

На правах рукописи



Блинникова Ольга Михайловна

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАНЯЕМОСТИ
ПОЛИКОМПОНЕНТНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ**

Специальность 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов
функционального и специализированного назначения и общественного питания

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Москва – 2021

Работа выполнена на кафедре товароведения и товарной экспертизы федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» г. Москва

Научный консультант: доктор технических наук, профессор
Елисеева Людмила Геннадьевна

Официальные оппоненты: **Иванова Тамара Николаевна**
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»,
профессор кафедры товароведения и таможенного дела

Тихонов Сергей Леонидович
доктор технических наук, профессор
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет»,
заведующий кафедрой пищевой инженерии

Савина Ольга Васильевна
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»,
профессор кафедры маркетинга и товароведения

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

Защита состоится 16 декабря 2021 года в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 212.196.07 на базе ФГБОУ ВО «РЭУ имени Г.В. Плеханова» по адресу: 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36, корп. 3, ауд. 353.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в Научно-информационном библиотечном центре им. академика Л.И. Абалкина ФГБОУ ВО «РЭУ имени Г.В. Плеханова» по адресу: 117997, г. Москва, ул. Зацепа, д. 43 и на сайте организации: <http://ords.rea.ru/>

Автореферат разослан «___» _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор химических наук, профессор



Чалых Татьяна Ивановна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) уделяет большое внимание обеспечению продовольственной безопасности населения, при этом особое внимание уделяется решению проблемы профилактики и предупреждения распространения неинфекционных заболеваний в мире (НЗ). Данная проблема является приоритетной в деятельности ВОЗ, в данном направлении разработана «Глобальная международная стратегия профилактики НЗ». При разработке плана профилактики распространения НЗ большое внимание уделяется фактору обеспечения здорового образа жизни населения, составной частью которого является здоровое питание. В этой связи проблема продовольственной безопасности и обеспечения здорового питания становится одной из наиболее актуальных задач для мирового сообщества. Проведение регулярного мониторинга статуса питания на международном и национальных уровнях, позволило объяснить тенденцию к увеличению количества алиментарных заболеваний микронутриентной недостаточностью. Наиболее распространены заболевания, связанные с дефицитом витаминов С, В₁, В₂, В₆, фолиевой кислоты, бета-каротина; минеральных веществ: кальция, калия, марганца, магния, цинка, йода, фтора, селена, железа, пищевых волокон и полиненасыщенных жирных кислот.

В России под руководством ФИЦ «Питания и биотехнологии» в рамках программы социально-гигиенического мониторинга пищевого статуса социально-возрастных групп населения осуществляется регулярный контроль соответствия структуры питания требованиям физиологических норм потребления, проводится оценка и прогнозирование состояния здоровья и устанавливается причинно-следственная связь с характером и динамикой возникновения алиментарно-зависимых заболеваний. По мнению ведущих специалистов в области нутрициологии В.А. Тутельяна, В.Б. Спиричева, Б.П. Суханова и др., на основании обобщения международного и отечественного опыта, объективной необходимостью и важнейшим реальным направлением выхода из сложившейся ситуации на данном социально-экономическом этапе может являться обогащение пищевых продуктов микронутриентами. Это направление обосновано физиологическими потребностями, подкреплено необходимым уровнем развития современных технологических решений, психологически приемлемо населением. Устранение дефицита микро- и макронутриентов, путем обогащения пищевых продуктов недостающими эссенциальными ингредиентами с последующим переходом к принципу персонализации питания предусматривается Концепцией государственной политики Российской Федерации в области здорового питания. Во исполнение государственной политики в области здорового питания принято Постановление Президиума РАН №178 от 27.11.2018 «Об актуальных проблемах оптимизации питания населения России: роль науки» в котором проанализированы причины сложившейся ситуации и определены меры, направленные на предупреждение дальнейшего распространения алиментарно-зависимых заболеваний.

Для реализации задач, направленных на профилактику неинфекционных алиментарных заболеваний, развивается направление, сформулированное в программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в РФ, которое определяет «необходимость создания условий для производства пищевой продукции нового поколения с заданными характеристиками качества, в том числе специализированных, функциональных и обогащенных, органических пищевых продуктов». Большое внимание уделяется снижению импортозависимости продовольственного рынка за счет разработки и внедрения инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственного сырья и продуктов их переработки. Развитие российского рынка органической продукции рассматривается как перспективное направление для увеличения объемов экспорта продукции сельскохозяйственного производства. Минсельхоз России поставил задачу увеличить до 50 % долю отечественной плодоовощной продукции и продуктов их переработки на внутреннем рынке, в т.ч. увеличение объемов производства органической продукции.

Производство продуктов с добавленной пищевой ценностью является одним из наиболее актуальных направлений науки о питании и отражает последние тенденции развития пищевой промышленности. При этом важная роль уделяется развитию нового направления - «цифровой нутрициологии», которая приобретает особую актуальность при производстве фортифицированных продуктов питания, позволяет оптимизировать состав рецептурных компонентов на основе создаваемых баз данных сырьевых источников функциональных ингредиентов. Важное значение в решении поставленных задач в области здорового питания приобретает вопрос о создании базы данных функциональных ингредиентов на основе использования местного плодово-ягодного сырья и разработки алгоритма их использования в производстве обогащенных пищевых продуктов массового потребления для предупреждения развития алиментарных заболеваний.

В соответствии с задачами, сформулированными в «Стратегии повышения качества пищевой продукции в РФ», разработаны и утверждены региональные программы г. Мичуринска-наукограда «Разработка инновационных технологий производства, хранения, транспортировки плодов, ягод, овощей и продуктов питания функционального, диетического и лечебно-профилактического назначения» и программа «Научные основы органического производства плодово-ягодного сырья и продуктов их переработки в г. Мичуринске», в рамках которых были выполнены диссертационные исследования по формированию заданного уровня качества и безопасности исследуемых ягодных культур ЦЧР на этапе органического производства, хранения, переработки и производства обогащенных пищевых продуктов массового потребления.

Степень разработанности темы исследования

В настоящее время отмечают положительные тенденции в структуре питания, однако питание большинства взрослого населения России не соответствует принципам здорового питания, в том числе и из-за недостатка в рационе ягод, фруктов и овощей, и продуктов с их использованием, а также дефицита многих витаминов, макро и микроэлементов.

Значительный вклад в решение рассматриваемой проблемы вносят научные школы, возглавляемые академиком РАМН Тутельяном В.А., ученые В.Б. Спиричев, Б.П. Суханов, Хабаров С.Н. и Романенко Г.А., Иванова Т.Н., Николаева М.А., Елисеева Л.Г., Позняковский В.М., Цапалова И.Э., Кочеткова А.А., Викторова Е. П., Калманович С.А., Богатырев Л.С., Касьянов Г.И. и др. Проектированием пищевых продуктов занимались Липатов Н.Н., Дворецкий Д.С., Донских Н.В., Жебелева И.А., Захарова Л.М., Муратова Е.И., Сатина О.В., Сидоренко Ю.И., Толстых С.Г., Юдина С.Б., Никитин И.А., Arteaga G.E., Li-Chan E., Vazquez-Arteaga M.C., Nakai S., Derossi A., Moschonis G. и др.

Однако данные исследования не дают комплексного решения проблемы моделирования обогащенных пищевых продуктов, с точки зрения использования биологически ценного плодово-ягодного сырья Центрально-Черноземного региона.

Цель и задачи исследований

Цель работы – научное обоснование и создание базы данных функциональных ингредиентов на основе плодово-ягодного сырья Центральной черноземной зоны РФ, снижение импортозависимости за счет разработки и внедрения технологий производства обогащенного экологически чистого сырья и инновационных технологий его хранения и переработки, разработка алгоритма использования доминантных по содержанию функциональных ингредиентов сырьевых компонентов для проектирования и производства обогащенных и функциональных пищевых продуктов массового потребления для здорового питания.

К основным задачам исследования относятся:

- исследование химического состава и пищевой ценности расширенного спектра видов и сортов регионального плодово-ягодного сырья ЦЧР с целью выявления доминантных функциональных ингредиентов;

- формирование потребительских свойств ягод при органическом производстве, и разработка технологии обогащения их эссенциальными минеральными веществами на этапе выращивания;
- разработка технологии создания «пищевого» покрытия на основе хитозана для продления сроков хранения и реализации исследуемых ягод в свежем виде;
- разработка инновационных технологических решений, направленных на увеличение срока хранения ягодных культур в модифицированной и регулируемой атмосфере;
- научное обоснование выбора современных технологий переработки плодово-ягодного сырья и технологических режимов замораживания и сушки ягод для обеспечения сохранности биологически активных сырьевых ингредиентов;
- разработка программы ЭВМ и проектирование рецептур, обогащенных и функциональных поликомпонентных продуктов;
- исследование потребительских свойств разработанных продуктов с добавленной пищевой ценностью;
- разработка комплектов технической документации для производства и оценки качества обогащенных и функциональных пищевых продуктов;
- проведение доклинических исследований с использованием лабораторных животных для определения функциональной эффективности продукции, обогащенной функциональными ингредиентами плодово-ягодного сырья ЦЧР и коллагеном;

Научная концепция

Научная концепция заключается в развитии существующих и обосновании новых направлений системного подхода и методологии проектирования продуктов питания с заданными потребительскими характеристиками, обогащенных функциональными компонентами регионального плодово-ягодного сырья и биологически активными ингредиентами коллагена, в теоретическом обосновании и экспериментальном подтверждении сохранения их функциональной эффективности на этапах жизненного цикла для обеспечения здорового питания и профилактики алиментарных заболеваний опорно-двигательного аппарата.

Диссертационная работа содержит элементы научной новизны, соответствующие пунктам 3-11 Паспорта специальности 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания.

Научная новизна

Проведена интегральная оценка исследуемых плодово-ягодных культур по уровню содержания и спектру макро- и микронутриентов, научно обоснованы и ранжированы региональные источники растительного сырья с доминантным содержанием функциональных ингредиентов, позволяющие проводить эффективное проектирование сбалансированных по пищевой ценности поликомпонентных пищевых продуктов для здорового питания.

Впервые предложена методика обогащения ягод эссенциальными минеральными веществами на этапе органического производства. Установлена видовая отзывчивость и способность ягод аккумулировать индивидуальные виды минеральных веществ, определена степень удовлетворения суточной потребности человека и установлены приоритеты использования отдельных видов ягод для компенсации недостаточности конкретных эссенциальных элементов.

Изучена сравнительная эффективность влияния современной линейки биофунгицидов на устойчивость ягод к поражению фитопатогенами при органическом производстве, проведено ранжирование препаратов по биологической эффективности, научно обоснованы методы и технологические режимы обработки ягод земляники для исключения использования пестицидов и предупреждения развития микробиологических повреждений на всех этапах товародвижения.

Научно обоснована технология создания защитного «пищевого» покрытия на основе хитозана на поверхности ягод, установлена видовая специфичность влияния покрытия

на активность метаболических процессов и устойчивость к поражению микробиологическими заболеваниями при хранении, доказано, что сочетание органического способа производства ягод и создание защитного «пищевого» покрытия на основе хитозана способствуют существенному увеличению сроков хранения ягод земляники садовой и являются малоэффективными для ягод актинидии и жимолости.

Изучено влияние состава газовой среды на активность метаболических процессов, протекающих в исследуемых видах и ботанических сортах ягод при хранении, установлена видовая и сортовая специфичность к составу газовой среды, научно обоснован состав газовых сред, позволяющих максимально реализовать потенциальный уровень видовой и сортовой лежкоспособности исследуемых ягод.

Впервые научно обоснованы и разработаны режимы и сроки хранения ягод актинидии коломикта, изучено влияние эндогенного этилена, образующегося при хранении ягод актинидии на продолжительность хранения, установлено, что начало экспоненциального увеличения концентрации этилена в атмосфере хранения является индикатором начала процессов старения и мацерации тканей ягод и этот критерий рекомендуется использовать для установления сроков завершения хранения ягод.

Изучена криорезистентность исследуемых видов ягод при использовании шоковой технологии заморозки, установлены сорта с высокой влагоудерживающей способностью, установлена корреляция между величиной потери сока, изменением органолептических характеристик размороженных ягод и сроками годности замороженной продукции. Проведено ранжирование исследуемых видов и сортов ягод по степени предпочтительности для замораживания.

На основании результатов сравнительных исследований влияния традиционной конвективной сушки и инновационной технологии сушки конвективным вакуум-импульсным способом установлено, что применение технологии двухступенчатой конвективной вакуум-импульсной сушки с низкой температурой, равномерным прогревом материала во всем объеме и импульсным вакуумированием позволяет в 1,5-2 раза повысить остаточное содержание биологически активных веществ в сушеных ягодах.

Разработаны научные принципы обогащения пищевых продуктов функциональными нутриентами плодово-ягодного сырья ЦЧР и гидролизатом коллагена. Используя метод линейного программирования, разработаны рецептуры пищевых продуктов с заданными химическим составом для массового потребления, подтверждена их пищевая ценность, высокий уровень удовлетворения суточной потребности в эссенциальных микро- и макронутриентах.

Впервые научно обосновано использование наряду с рекомендованными функциональными ингредиентами плодово-ягодного сырья, гидролизата коллагена для производства функциональных продуктов для профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата и спортивного питания. На основе проведенных доклинических исследований с использованием экспериментальных животных, получены результаты гистохимических исследований, подтверждающие положительные изменения в метаболизме и структуре опорно-двигательного аппарата подопытных животных. Полученные результаты позволяют рекомендовать употребление обогащенного функциональными ингредиентами продукта для профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата, в спортивном питании, в комплексном лечении артроза, иных дегенеративных заболеваний суставов, различных травматологических заболеваний, в питании послеоперационных больных.

Новизна технических решений подтверждена 10 патентами на изобретения, свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Теоретическая и практическая значимость работы

Создана база данных ранжированных по содержанию функциональных ингредиентов региональных сырьевых источников плодово-ягодных культур ЦЧР и программа ЭВМ, позволяющие проектировать поликомпонентные обогащенные пищевые продукты с заданным химическим составом для обеспечения здорового питания.

Значимость работы заключается в предложенном комплексном подходе по формированию банка данных содержания индивидуальных функциональных ингредиентов в широкой видовой и сортовой линейке регионального плодово-ягодного сырья ЦЧР, разработке технологических элементов формирования и сохранения их пищевой ценности на этапах производства, хранения и переработки, научного обоснования проектирования обогащенных и функциональных пищевых продуктов массового потребления.

Обоснована технология получения обогащенных ягод жимолости, земляники и актинидии селеном, йодом, цинком, магнием и марганцем, а также одновременно всем комплексом элементов при органическом производстве.

Разработаны научные принципы сохранения биологически активных веществ на этапах хранения и переработки плодоягодного сырья для получения сырьевых компонентов для круглогодичного производства обогащенных и функциональных пищевых продуктов.

Установлена корреляция между интенсивностью дыхания ягод земляники и продолжительностью хранения в обычной и модифицированной атмосфере, ягоды с высокой интенсивностью дыхания хранить в модифицированной атмосфере не рекомендуется.

Применение шокового замораживания ягод позволило сохранить в среднем на 20 % - 30 % больше БАВ, чем при традиционной конвективной сушке. Использование двухступенчатой конвективно-вакуум-импульсной сушки сокращает в среднем в 2 раза время сушки, в 1,5-2 раза повышает остаточное содержание функциональных ингредиентов по сравнению с традиционной конвективной сушкой и позволяет производить уникальный природный концентрат биологически активных веществ для межсезонного обогащения пищевых продуктов.

С учетом установленного спроса населения Тамбовской области на обогащенную и функциональную продукцию массового потребления, на основе принципа пищевой комбинаторики с использованием методов линейного программирования разработаны рецептуры полифункциональных продуктов: плодово-ягодных нектаров, фруктового наполнителя, йогурта, фруктово-желейных конфетных масс, питьевого киселя, обогащенные физиологически функциональными нутриентами плодово-ягодного сырья ЦЧР сырья и гидролизатом коллагена. Проведена оценка потребительских свойств и сроков годности разработанных продуктов.

Разработаны и утверждены стандарты организации, включающие технологические инструкции и рецептуры производства обогащенных пищевых продуктов с гидролизатом коллагена: СТО 00493534-004-2018 «Наполнители фруктовые обогащенные», СТО 00493534-005-2018 «Биойогурт обогащенный», СТО 00493534-006-2018 «Фруктово-желейные обогащенные конфеты», СТО 00493534-007-2018 «Кисели питьевые обогащенные». Разработаны и утверждены СТО 00493534-008-2018 «Нектары яблочно-рябиновые», СТО 00493534-001-2018 «Актинидия свежая», СТО 00493534-002-2018 «Ягода сушеная», СТО 00493534-003-2018 «Ягода замороженная».

Разработанные технологии прошли апробацию в промышленных условиях на ООО «Академия Функционального Питания» (г. Тамбов), ООО Маслозавод «Дружба» (Мичуринский район), ООО «Оптторг» г. Рязань, научно-исследовательской технологической лаборатории производства функциональных пищевых продуктов Мичуринского ГАУ (г. Мичуринск), ООО «НАВАКС» (г. Тамбов) и внедрены в ООО «Снежеток» (Первомайский район Тамбовской области).

Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе в лекционных курсах и при проведении лабораторных занятий по дисциплинам «Товароведение продуктов специализированного и функционального назначения», «Товароведение и экспертиза плодов и овощей», «Товароведение однородных групп продовольственных товаров», «Товароведение комбинированных товаров и функциональных продуктов» бакалавров направления подготовки 38.03.07 «Товароведение», дисциплине «Товароведение однородных групп товаров» бакалавров направления подготовки 38.03.06 «Торговое дело» и магистрантов программы подготовки 38.04.07 «Товароведение» по дисциплинам «Экспер-

тиза качества однородных групп продовольственных товаров», «Современные методы экспертизы товаров».

Методология и методы исследования

Исследования проводились согласно методологии, в основу которой положен комплексный подход к научному обоснованию и проектированию ассортимента обогащенных пищевых продуктов за счет обоснованного и адекватного использования комплекса доминирующих функциональных ингредиентов плодово-ягодного сырья ЦЧР и гидролизата коллагена.

Основные положения, выносимые на защиту

Анализ спроса и потребления обогащенных и функциональных пищевых продуктов населением Тамбовской области, обоснование выбора ассортимента пищевых продуктов массового потребления для проектирования и производства обогащенных продуктов.

Научное обоснование видового и сортового спектра использованного плодово-ягодного сырья ЦЧР при производстве обогащенных продуктов.

Интегральная оценка исследуемых плодово-ягодных культур по содержанию биологически активных веществ, формирование базы данных доминантных функциональных ингредиентов плодово-ягодного сырья ЦЧР.

Формирование заданных потребительских свойств ягод органического производства на этапе выращивания, обоснование замены пестицидов эффективными биопрепаратами, методология обогащения ягод жимолости, земляники и актинидии эссенциальными минеральными веществами.

Оптимизация режимов и условий хранения исследуемого растительного сырья в условиях регулируемой и модифицированной атмосферы, формирование пищевого покрытия на поверхности ягод с целью снижения потерь и увеличения сроков годности продукции.

Научное обоснование и разработка принципов пищевой комбинаторики и методов линейного программирования для научного обоснования рецептуры 5 видов пищевых продуктов с заданными химическим составом, обогащенных физиологически функциональными нутриентами плодово-ягодного сырья ЦЧР сырья и гидролизатом коллагена.

Оценка потребительских и функциональных свойств разработанных продуктов, обоснование сроков годности новых видов обогащенных и функциональных пищевых продуктов.

Проведение доклинических испытаний на лабораторных животных разработанных продуктов для профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата.

Степень достоверности и апробация работы

Достоверность полученных результатов обеспечивается многократной повторностью опытов, применением современных физико-химических методов анализа, математической обработкой результатов эксперимента и подтверждается промышленной апробацией разработанной продукции. Для графической интерпретации и статистической обработки результатов использовали компьютерные программы Microsoft Excel и Statistica 8.0.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на симпозиумах, конгрессах, конференциях международного и российского уровня: Международная научно-практическая конференция «Торгово-экономические проблемы регионального бизнес - пространства» (Челябинск, 2003, 2004); Всероссийская научно-практическая конференция «Региональный потребительский рынок: проблемы функционирования и развития» (Мичуринск, 2003); Всероссийская научно-практическая конференция «Повышение эффективности садоводства в современных условиях» (Мичуринск, 2003); Научно-практическая конференция с международным участием «Проблемы и перспективы развития торгового дела на современном этапе» (Великий Новгород, 2004); II Всероссийская научно-практическая конференция «Организационно-экономические механизмы функционирования регионального потребительского рынка: проблемы и перспективы» (Мичуринск, 2004); Международная научно-практическая конференция «Инновации в общественно-техничко-экономических процессах» (Тамбов, 2005); Всероссийская научно-практическая

конференция «Новое в технологии продуктов общественного питания, товароведения и экспертизы потребительских товаров» (Санкт-Петербург, 2005); Всероссийская научно-практическая конференция «Повышение качества и расширение ассортимента потребительских товаров» (Санкт-Петербург, 2006); Международная научно-практическая конференция «Социально-экономические приоритеты региональной политики развития торговли и общественного питания» (Орел, 2006); Всероссийская научно-практическая конференция «Состояние и перспективы развития ягодоводства в России» (Орел, 2006); Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции» (Мичуринск, 2007); IV Международная научно-практическая конференция «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг» (Орел, 2007); Международная научно-практическая конференция «Научное обеспечение развития агропродовольственного рынка и повышения конкурентоспособности регионального АПК» (Мичуринск, 2008); Международная научно-практическая конференция «Безопасность и качество товаров» (Саратов, 2009, 2012); IX Международная научно-практическая конференция «Интродукция нетрадиционных и редких растений» (Мичуринск-Наукоград, 2010); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 10-летию факультета экспертизы и товароведения «Актуальные проблемы потребительского рынка товаров и услуг» (Киров, 2011); II Межрегиональная заочная научно-практическая конференция «Управление ассортиментом, качеством и конкурентоспособностью товаров и услуг» (Чебоксары, 2011); Международная научно-практическая конференция «Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья» (Краснодар, 2011, 2012, 2013); Международная научно-практическая конференция «Достижения науки и инновации в производстве, хранении и переработке сельскохозяйственной продукции» (Мичуринск, 2011); Международная научно-практическая конференция «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2013, 2014); Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 10-летию Технологического института «Проблемы функционирования и развития регионального рынка потребительских товаров и услуг» (Мичуринск, 2014); Международная научно-практическая конференция «Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья» (Ижевск, 2014); Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные технологии в производстве функциональных продуктов питания» (Мичуринск, 2014); Международная научно-практическая конференция «Технологии и продукты здорового питания» (Саратов, 2015); Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Инновационные технологии и технологические средства для АПК» (Воронеж, 2015); Международная конференция в области товароведения и экспертизы товаров «Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров» (Курс, 2015); Всероссийская научно-практическая конференция «Теория и практика формирования регионального рынка потребительских товаров и услуг: проблемы и решения» (Мичуринск, 2016); Международная научно-практическая конференция «Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона» (Рязань, 2016); Всероссийский конгресс нутрициологов и диетологов, посвященный 100-летию со дня рождения академика А.А. Покровского «Фундаментальные и прикладные аспекты нутрициологии и диетологии. Качество пищи» (Москва, 2016); I заочная Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы товароведения, экономики и индустрии питания» (Саратов, 2016); III Международная научно-практическая конференция «Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции» (Минск, 2017); II Международная научно-практическая конференция «Социально-экономические проблемы продовольственной безопасности: реальность и перспектива» (Мичуринск, 2017); Международная научно-практическая конференция, посвященная 105-летию ВГАУ «Роль аграрной науки в развитии АПК РФ» (Воронеж, 2017); Международная научно-практическая конференция, посвященной 100-летию со дня рождения

А.С. Алахвердова «Инновационные технологии в АПК» (Мичуринск, 2018); Международная научно-практическая конференция «Инновационные достижения науки и техники АПК» (Кинель, 2018); VIII Всероссийская научно-практическая конференция «Современная техника и технологии: проблемы, состояние, перспективы» (Рубцовск, 2018); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Агротехнологии XXI века» (Пермь, 2019); Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств» (г. Барнаул, 2019 г); VI Международная научно-практическая конференция «Церевитиновские чтения 2019» (Москва, 2019); III Международная научно-практическая конференция «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2019); Всероссийская конференция с международным участием «Импортозамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья» (Тамбов, 2019); Национальная научно-практическая конференция «Приоритетные направления развития садоводства» (I Потаповские чтения) (Мичуринск, 2019); Всероссийская (национальная) научно-методическая конференция с международным участием «Новые технологии в аграрном образовании» (Мичуринск, 2020); Международная научно-практическая конференция «Перспективы развития отрасли и предприятий АПК: отечественный и зарубежный опыт» (Омск, 2020); Международная научно-практическая конференция «Современное состояние, перспективы развития АПК и производства специализированных продуктов питания» (Омск, 2020); Международная научно-практическая конференция «Экспертиза. Качество. Технологии», посвященной 65-летию Сибирского университета потребительской кооперации (Новосибирск, 2020).

Личный вклад автора

Диссертационная работа является обобщением научных исследований, проведенных в период с 2009 – 2021 гг. лично автором и/или при его непосредственном участии.

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 122 научные работы, в том числе 24 - в рецензируемых изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией России, 4 публикации, включенные в базу данных Scopus, 3 публикации, включенные в базу данных AGRIS, 10 патентов на изобретение, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, изданы две монографии и учебное пособие с Грифом УМО по товароведению и экспертизе вкусовых товаров.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, 8 глав, включающих аналитический обзор научно-технической и патентной литературы, методологическую часть, маркетинговые исследования, результаты собственных исследований, заключения, списка литературы, приложений. Основной текст работы изложен на 353 страницах, иллюстрирован 105 таблицами, 112 рисунками. Список литературы включает 530 источников отечественных и зарубежных авторов.

Диссертационная работа является обобщением научных исследований, проведенных в 2009-2021 гг. лично автором или при его непосредственном участии в качестве руководителя научной работы бакалавров и магистров по направлениям 38.03.07, 38.04.07 «Товароведение», 19.03.04, 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания».

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, степень разработанности темы исследований, сформулированы цели и задачи исследования, научная концепция и научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, также представлены положения, выносимые на защиту и их апробация.

В первой главе «Теоретические аспекты разработки обогащенных пищевых продуктов с заданными свойствами» проведен анализ пищевого статуса населения Рос-

сии, свидетельствующий о дефиците в питании современного человека многих макро- и микроэлементов, несоответствие фактического поступления из пищи многих пищевых и биологически активных веществ, обеспечивающих оптимальную реализацию физиолого-биохимических процессов, закрепленных в генотипе человека, приводящих к различным нарушениям обменных процессов. Представлен обзор отечественной и зарубежной научно-технической литературы, касающийся основных тенденций обогащения пищевых продуктов. Проведен анализ регионального сырья ЦЧР с целью выявления доминантной пищевых компонентов для создания обогащенных пищевых продуктов; анализ современных технологий хранения плодов и ягод; инновационных технологий переработки плодово-ягодного сырья, предусматривающий производство новых продуктов с повышенной пищевой ценностью, улучшенными потребительскими свойствами за счет корректировки состава продуктов, позволяющих значительно расширить спектр их позитивного действия. Рассмотрена методология проектирования пищевых продуктов с заданными характеристиками. Показано, что важной задачей при формировании современной политики в области здорового питания является производство пищевых продуктов нового поколения с заданными химическим составом, обладающих необходимым количественным и качественным уровнем содержания функциональных ингредиентов.

Во второй главе «Характеристика объектов и методов исследований, постановка эксперимента» представлена характеристика объектов и методов исследований, организация постановки эксперимента.

Экспериментальные исследования выполнены в период 2009-2021 гг. в соответствии с поставленными задачами на базе Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова, Мичуринского государственного аграрного университета, ФГУНУ «Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина». Испытания сырья, полуфабрикатов и готовой продукции проводили в аккредитованных лабораториях и научно-исследовательских лабораториях, оснащенных поверженным оборудованием для проведения научных исследований вышеуказанных заведений.

Исследования по формированию потребительских свойств ягод для оптимизации потребительских свойств сырья, используемого для обогащения пищевых продуктов, на этапе органического производства были направлены на снижение дефицита эссенциальных макро- и микроэлементов и проведены на базе коллекционного участка отдела ягодных культур ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина» (Тамбовская область, г. Мичуринск-научкоград) и плодоносящей плантации земляники садовой ООО «СНЕЖЕТОК» Первомайского района Тамбовской области.

Исследования по увеличению сроков хранения ягод проведены в лаборатории прогрессивных технологий хранения фруктов и овощей научно-исследовательского центра Мичуринского ГАУ.

Опытно-промышленные партии обогащенной функциональной продукции произведены на базе ООО «Академия Функционального питания», ООО Маслозавод «Дружба», ООО «Оптторг», ООО «Технологии экологических материалов и производств», научно-исследовательской технологической лаборатории производства функциональных пищевых продуктов Мичуринского ГАУ.

Экспериментальные исследования по определению безопасности и физиологической эффективности разработанных обогащенных пищевых продуктов проведены на примере питьевого киселя с коллагеном на базе Научно-исследовательского института экспериментальной биологии и медицины ФГБОУ ВО Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко Минздрава России.

Структурная схема экспериментальных исследований диссертационной работы приведена на рисунке 1 и отражает основные взаимосвязанные этапы ее выполнения.

Экспериментальная часть работы осуществлялась с применением стандартных и оригинальных органолептических, физико-химических, микробиологических, медико-биологических, маркетинговых и социологических методов. Безопасность и эффективность разработанных обогащенных пищевых продуктов оценивали также в экспериментальных исследованиях на примере обогащенного питьевого киселя с коллагеном на кры-

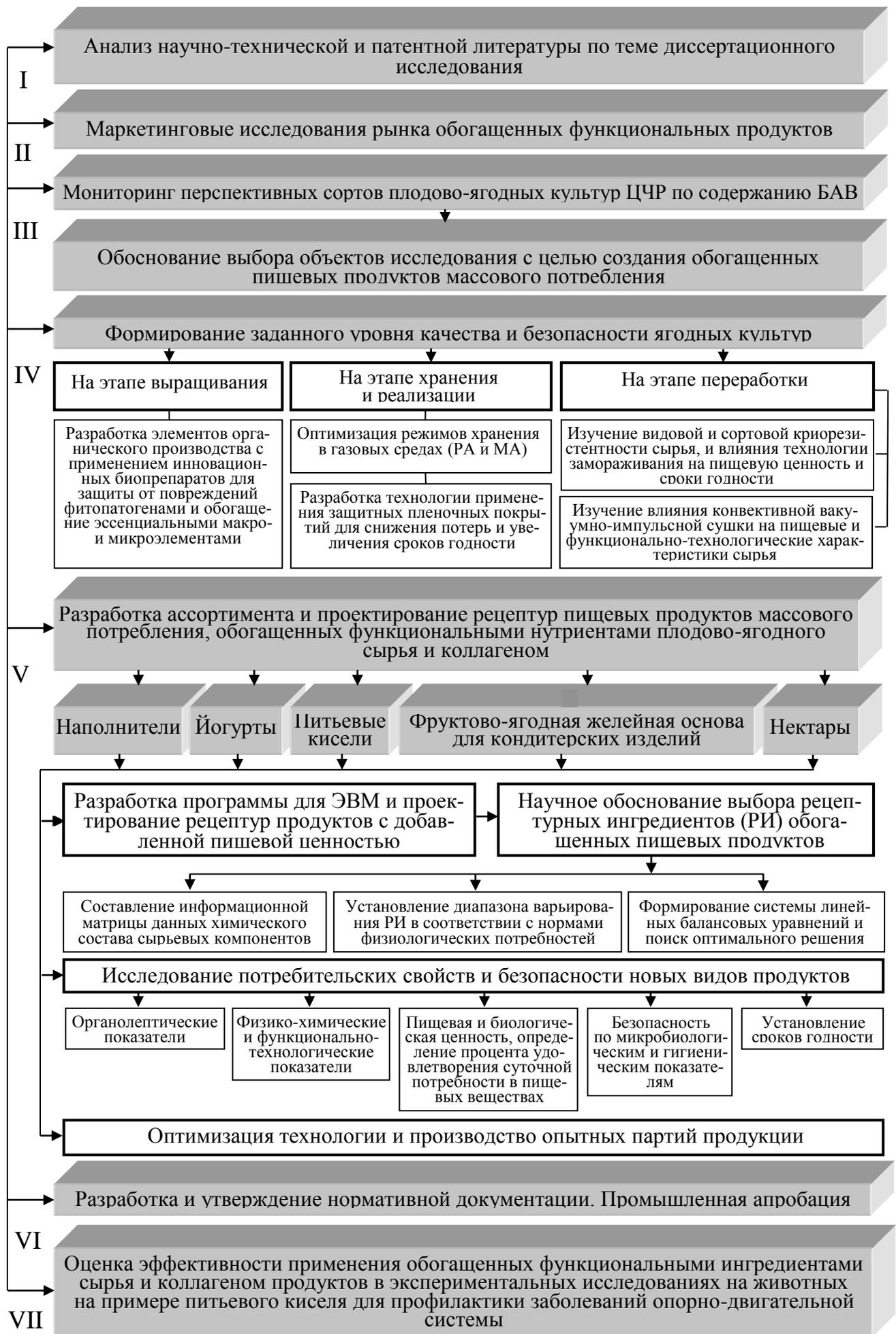


Рисунок 2.1 – Схема проведения исследований

сах-самцах линии Wistar. Проведены гистологические, гистохимические и иммуноморфологические исследования различных органов, насчитывающие 396 микропрепаратов.

В третьей главе «Анализ рынка функциональных и обогащенных продуктов» проведен анализ рынка продуктов здорового питания, в настоящее время представленный тремя основными сегментами: органическими, функциональными и диетическими продуктами. Показано, что рынок органических и функциональных продуктов питания относится к числу одного из самых быстрорастущих рынков в категории продовольственных, и эта тенденция наблюдается как во всем мире, так и в России.

Выявление и анализ потребительских предпочтений в отношении потребления ягод, плодов и обогащенных продуктов на их основе осуществляли методом анкетирования. Опрошена широкая целевая группа респондентов (600 человек), отобранных методом случайной выборки в соответствии с генеральной совокупностью численности населения Тамбовской области.

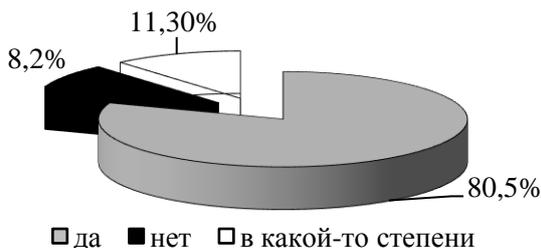


Рисунок 2 – Присутствие фруктов и ягод в рационе питания населения



Рисунок 3 – Виды замороженных фруктов и ягод, предпочитаемые потребителями

В ходе исследования установлено, что для подавляющего большинства респондентов (80,5 %) свежие фрукты и ягоды являются неотъемлемой частью рациона (рисунок 2). Замороженные фрукты также популярны у респондентов (рисунок 3).

Самым популярным видом замороженной продукции, которую выбирают потребители, является земляника – 67,8 % респондентов указали в анкетах «клубнику». Анализируя представленные результаты, можно заметить, что потребители приобретают замороженные ягоды и фрукты как произрастающие в нашем регионе, так и не произрастающие в нем.

Переработанные фрукты присутствуют в питании всех респондентов (рисунок 4). При этом самым популярным видом из данной категории продукции являются «соки» – 86,8 %.

Молочная продукция также популярна у населения. Наибольшее предпочтение потребители отдают кисломолочным напиткам – 68,4 %, из которых на долю йогуртов приходится 24,6 % от общего количества опрошенных. 36,4 % опрошенных относятся к йогурту как лечебно-профи-



Рисунок 4 – Предпочтения респондентов по видам переработанных фруктов

лактическому питанию, 34,9% - как к традиционному.

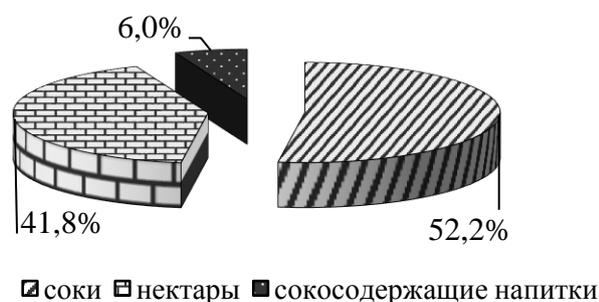


Рисунок 5 – Предпочтения по видам соковой продукции

В ходе проведения исследований установлено, что для большого числа респондентов (41,2 %) кисель считается традиционным русским напитком, присутствующим в питании. Причем чаще всего употребляется кисель домашнего приготовления – 68 % опрошенных, и 32 % – промышленного производства. Что касается осведомленности потребителей,

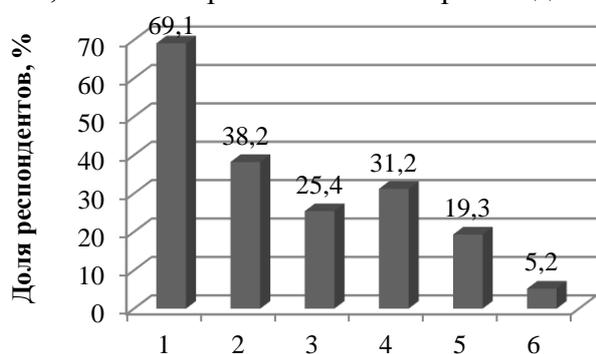


Рисунок 6 – Отношение респондентов к йогурту и киселям:

1 – обогащенным витаминами и минералами; 2 – обогащенным коллагеном; 3 – диабетическим продуктам; 4 – обогащенным пищевыми волокнами; 5 – обогащенными антиоксидантами; 6 – другим функциональным

Установлено, перспективным направлением обогащения является производство продуктов со сбалансированным витаминно-минеральным составом и обогащенных коллагеном. Методом «установления цены на основе ощущаемой ценности товара» определена «оптимальная» цена, которую готовы заплатить потребители за обогащенные физиологически ценными нутриентами нектары, кисель, йогурт и конфеты.

В четвертой главе «Скрининг пищевой ценности плодов и ягод в ЦЧР с целью выявления потенциальных источников биологически активных веществ для обогащения пищевых продуктов» с целью создания сбалансированных по пищевой ценности продуктов питания, удовлетворяющих потребности организма в необходимых макро- и микронутриентах и минорных компонентах, проведена оценка наиболее ценных плодово-ягодных культур отечественной и зарубежной селекции, произрастающих на территории ЦЧР по уровню содержания и спектру биологически активных веществ. Всего исследовано 14 сортов ягод земляники садовой, 3 сорта жимолости съедобной, 3 сорта актинидии коломикта, 3 сорта плодов яблони, 4 сорта рябины обыкновенной и 1 – черноплодной.

Результаты дегустационной оценки качества ягод и плодов показали, что исследуемые сорта характеризуются высоким уровнем органолептических характеристик, но различаются по консистенции, интенсивности ароматических и вкусовых свойств. Комплексный показатель качества у ягод земляники колеблется от 8,38 балла для сорта Сельва до 9,78 балла для сорта Джоли; у ягод жимолости – от 8,80 балла для сорта Голубое веретено до 9,64 балла для сорта Голубой десерт; у ягод актинидии – от 8,94 балла для сорта

Соковая продукция для большинства респондентов также является продуктом частого потребления (60,3 %).

В структуре потребительских предпочтений относительно вида соковой продукции, подавляющая часть респондентов отдадут свой выбор в пользу сока (52,2 %) или нектара (41,8 %), и лишь незначительная часть опрошенных предпочитают сокосодержащий напиток (6 %) – рисунок 5.

относительно обогащенной и функциональной продукции, большая часть опрошенных хорошо знает или предполагает, что это такое – 73 % респондентов ответили, что знают, что такое функциональный и обогащенный продукт, и считают, что ассортимент данной категории товаров на потребительском рынке не достаточен. Обсуждая направления обогащения йогуртов и киселей, большинство респондентов отметили заинтересованность в достижении в составе продуктов сбалансированности по содержанию необходимых витаминов и минеральных веществ (69,1 %), коллагена (38,2 %), и пищевых волокон (31,2 %) и обогащенные антиоксидантами – 19,3 % (рисунок 6).

Изобильная до 9,61 балла для сорта Сорока; у плодов рябины обыкновенной от 9,18 балла для сорта Рубиновая до 9,61 балла для сорта Сорбинка; у плодов черноплодной рябины сорта Черноокая 9,59 балла; у яблок от 8,90 балла для сорта Северный синап до 9,51 балла для сорта Уэлси.

Составлен ранжированный ряд по предпочтительности сенсорной характеристики ягод и плодов. Для свежих ягод земляники: Джоли → Хоней → Эльсанта → Клеры → Мармолада → Кама → Викода → Урожайная ЦГЛ → Корона → Камароса, Вима Занта → Фестивальная ромашка → Вима Рина → Сельва; ягод жимолости: Голубой десерт → Зимородок → Голубое веретено; ягод актинидии: Сорока → ВИР-I → Изобильная; плодов рябины: Сорбинка → Черноокая → Бусинка → Титан → Рубиновая; яблок: Уэлси → Антоновка обыкновенная → Северный Синап.

Проведено ранжирование ягод и плодов исследуемых сортов по массовой доле аскорбиновой кислоты, катехинов и антоцианов, выполняющих функции витаминов и антиоксидантов (рис.7, 8), а также по содержанию витаминов группы В и РР.

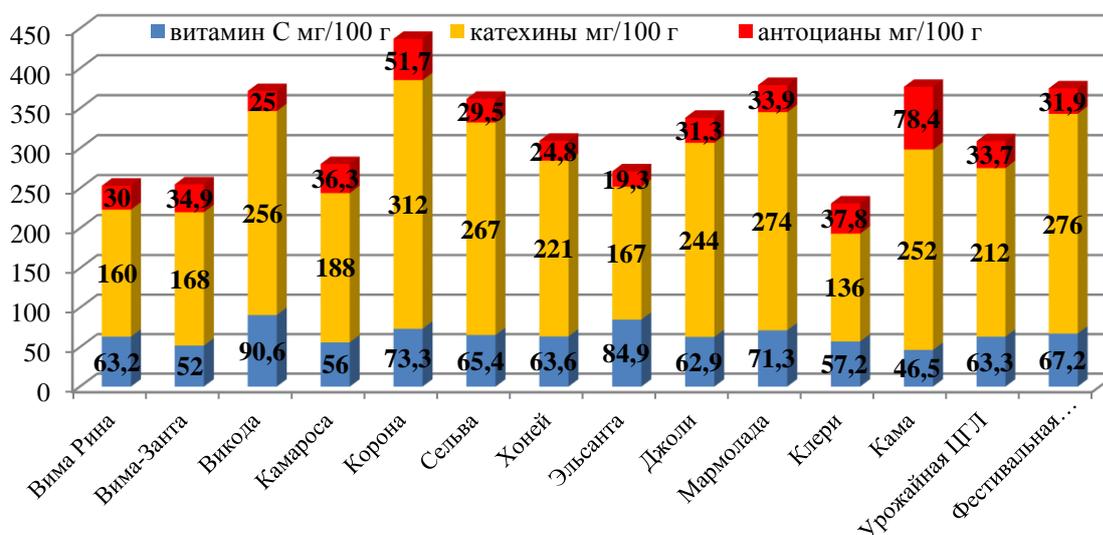


Рисунок 7 – Содержание БАВ в ягодах земляники садовой, мг/100 г

В исследуемых сортах земляники содержание аскорбиновой кислоты колеблется в широких пределах. Для удовлетворения суточной потребности человека в витамине С достаточно 100-140 г исследуемых ягод земляники, во флавоноидах – 28-53 г, катехинах – 32-62 г, рибофлавине – 148-240 г, фолиевой кислоте – 193-280 г.

Антиоксидантная активность (по дигидроокверцитину) в ягодах земляники находится на уровне 168,1-290,4 мг/100 г, при этом наибольшее значение характерно для сортов Корона, Кама, Хоней, Камароса и Фестивальная Ромашка. Отмечено достаточно высокое содержание калия, меди, кобальта, железа и др.

Содержание растворимых пектиновых веществ в ягодах земляники исследуемых сортов колеблется от 0,23 % до 0,56 %, протопектина – от 0,42 % до 0,69 %, при их общей сумме от 0,76 % у ягод сорта Мармолада и Сельва, до 1,25 % – у земляники сорта Вима Рина. Преобладающей формой пектина в ягодах исследуемых сортов земляники является протопектин, обуславливающий твердость ягод. Содержание протопектина коррелирует с результатами органолептической оценки – показателем «консистенция ягод». Плотная консистенция была установлена у ягод сортов Вима Рина, Камароса, Корона и Хоней с содержанием протопектина более 0,63%, что служит важным критерием, характеризующим уровень лежкоспособности, и обуславливает высокий уровень транспортабельности ягод. Содержание клетчатки в ягодах земляники исследуемых сортов находятся на уровне 1,04-1,41 %.

Ягоды жимолости являются источником важнейших функциональных нутриентов, содержание некоторых в значительной степени превосходит рекомендуемые уровни по-

требления (рис. 8). Для удовлетворения суточной потребности организма человека во флавоноидах достаточно 4-5 г ягод жимолости, катехинах – 6-7 г. Антиоксидантная активность ягод жимолости находится на высоком уровне и составляет 895-950,6 мг/100г. Лидером по данному показателю являются ягоды сорта Голубой десерт.

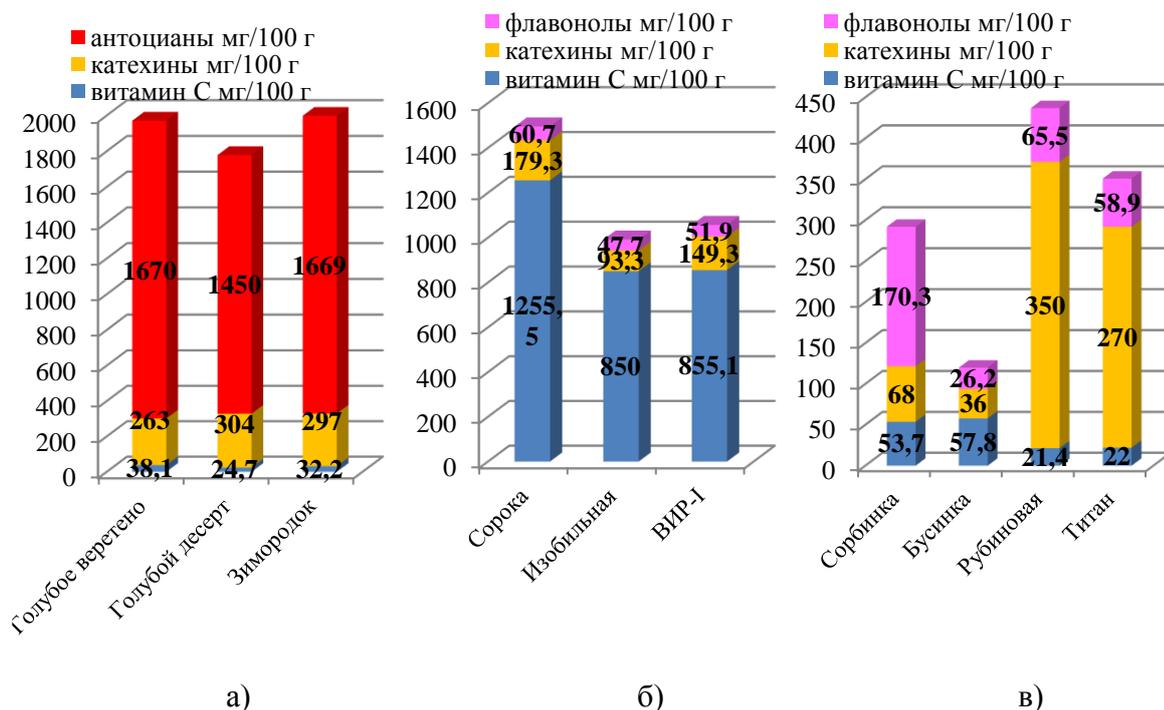


Рисунок 8 – Содержание БАВ в ягодах (мг/100 г): жимолости (а), актинидии (б), плодах рябины (в)

Проведенные исследования показали достаточно высокое содержание в ягодах жимолости кальция, натрия, калия, фосфора, меди, кобальта, железа и др. В значительных количествах присутствует клетчатка – 2,17-2,58 %. Основная доля пектиновых веществ в ее ягодах приходится на протопектин, а лидером по содержанию пищевых волокон является сорт Зимородок.

Ягоды актинидии коломикта отличаются рекордным содержанием аскорбиновой кислоты – 850-1255,5 мг/100 г (рис. 8), что составляет 944,4-1395 % от суточной нормы. Содержание катехинов и флавонолов находится на достаточно высоком уровне – 141-240 мг/100 г, что покрывает суточную потребность во флавоноидах – на 56,4-96 %, в т.ч. катехинах на 93,3-179,3 %. Присутствуют в ягодах и витамины группы В. Так, содержание тиамина составляет 0,038-0,063мг/100г, рибофлавина – 0,025-0,075мг/100 г.

Антиоксидантная активность исследуемых сортов актинидии находится на уровне 621,4-761мг/100 г. При этом можно выделить сорт Сорока, как обладающий наиболее высокой антиоксидантной активностью.

Содержатся в ее ягодах такие микроэлементы, как медь, цинк, марганец и железо, которые относятся к жизненно необходимым, а также эссенциальные микроэлементы, как кобальт, марганец, хром, селен и йод. Уровень пектина составляет 0,82-0,91 %, основная доля приходится на протопектин. Массовая доля сырой клетчатки в исследуемых ягодах составляет 1,94-2,12 %.

В плодах рябины содержание каротиноидов, являющихся источником витамина А, составляет от 2,54 мг/100 г до 5,57 мг/100 г, что в значительной степени покрывает суточную потребность организма человека в них (рис. 8). Из основных групп полифенолов в рябине сортов Бусинка, Рубиновая и Титан доминируют катехины, содержание которых составляет от 36 до 350 мг/100 г, в плодах сорта Сорбинка – флавонолы – 170,3 мг/100 г. Содержание антоцианов в плодах сорта Титан достигает 105,6 мг/100. По сумме Р-активных соединений темноокрашенные сорта рябины Рубиновая и Титан превосходят сорт Бусинка более чем в 6 раз (477,1 мг/100 г, 463,5 мг/100 г и 72,1 мг/100 г соответ-

ственно). Яркокрасный сорт Сорбинка содержит Р-активных соединений 250,4 мг/100 г. Учитывая, что рекомендуемый уровень потребления флавоноидов для взрослых составляет 250 мг/сутки, употребление плодов рябины покрывает суточную потребность организма в данных веществах. Наиболее высокой антиоксидантной активностью среди исследуемых плодов рябины отличаются сорта Сорбинка и Титан – 160,9 мг/100 г и 145,1 мг/100 г соответственно.

Плоды рябины являются источником кальция, калия, магния, меди, железа, марганца и многих других. Содержание пектиновых веществ составляет от 0,37 % в плодах сорта Сорбинка, до 0,69 % у плодов сорта Рубиновая, причем соотношение растворимых и нерастворимых форм почти одинаково. В значительных количествах содержится клетчатка – от 1,41 % в плодах сорта Бусинка, до 2 % – в плодах сорта Титан.

Основными БАВ плодов черноплодной рябины являются катехины, антоцианы и флавонолы, сумма которых составляет 2361,7 мг/100 г или 944,7 % от суточной потребности. Отмечено высокое содержание витаминopodobного соединения холина – 37,70 мг/100 г. Сумма каротиноидов составляет 2,03 мг/100 г или 40,6 % от суточной нормы. Установлена высокая антиоксидантная активность ее плодов – 457,5 мг/100 г.

Содержание аскорбиновой кислоты – 20,83 мг/100 г, витамина РР – 1,67 мг/100 г. В небольших количествах присутствуют витамины группы В: содержание тиаминa – 0,006 мг/100 г; рибофлавина – 0,011 мг/100 г; пиридоксина – 0,034 мг/100 г; фолиевой кислоты – 1,4 мкг/100 г. Плоды черноплодной рябины являются ценными поставщиками микро- и макроэлементов: железа, йода, кобальта, марганца, меди, молибдена, селена, хрома, цинка. Особенно богаты марганцем, хромом, медью, железом и калием. Суммарное содержание пектиновых веществ составляет 0,77 % с преобладанием нерастворимой формы. Отмечено высокое содержание клетчатки – 3,31 %.

Яблоки – не только одни из самых востребованных фруктов среди потребителей России, но и ценное технологическое сырье для получения ряда продуктов питания. Это связано с уникальным химическим составом яблок, определяющим их пищевую ценность, органолептическими и физико-химическими свойствами. Огромное разнообразие сортов яблок обеспечивает разный химический состав яблочного сырья, что позволяет получать разные по свойствам пищевые продукты и полуфабрикаты.

Для получения продуктов переработки яблок нужны сорта сырьевого назначения, пригодные для механизированного сбора плодов, с плотной кожицей, устойчивой к побурению мякоти и низкой ее чувствительности к механическим нагрузкам. Данным требованиям в наибольшей степени соответствуют сорта Северный Синап, Уэлси и Антоновка обыкновенная, занимающие самые значительные площади выращивания в ЦЧР.

Из исследуемых сортов Антоновка обыкновенная по содержанию аскорбиновой кислоты превосходит сорта Уэлси и Северный Синап в среднем в 2 раза (14,44 мг/100 г против 5,05 и 4,98 мг/100 г). Содержание Р-активных веществ составляет 43,41-53,60 мг/100 г, что удовлетворяет суточную потребность в них примерно на 50%, холина – 43,40-48,30 мг/100 г. Присутствуют витамины группы В и РР. Антиоксидантная активность яблок колеблется от 107,5 до 128,4 мг/100 г. Преобладающим макроэлементом яблок исследуемых сортов является калий, из микроэлементов – железо. Среднее содержание пектиновых веществ, в плодах колеблется в незначительных пределах 0,98-1,16 % с преимущественным содержанием растворимого пектина. Количество клетчатки составляет 0,52-0,54 %.

Показано, что земляника, жимолость, актинидия, рябина и яблоки не обладают биологической потенциальной склонностью к аккумуляции токсичных соединений при стандартной агротехнике выращивания. Содержание тяжелых металлов, остаточное количество пестицидов и радионуклидов во всех исследуемых ягодах и плодах значительно ниже допустимых значений, регламентированных ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», что свидетельствует об их безопасности.

На основании комплексных исследований качества сортов плодово-ягодных культур, включающих дегустационную оценку и нутринентный состав ягод, сделаны рекомен-

дации по эффективным преимущественным направлениям их использования.

Для потребления в свежем виде рекомендованы все исследуемые сорта земляники с учетом ранжирования ягод по органолептической предпочтительности (балл): Джоли (9,78) → Хоней (9,68) → Эльсанта (9,64) → Клери (9,60) → Мармолада (9,56) → Кама (9,52) → Викода (9,42) → Урожайная ЦГЛ (9,40) → Корона (9,30) → Камароса, Вима Занта (9,26) → Фестивальная ромашка (9,20) → Вима Рина (8,80) → Сельва (8,38).

Для органического производства ягод земляники рекомендуются сорта, обладающие максимальной устойчивостью к поражению фитопатогенами и заболеваниями, высокой урожайностью, отличающиеся отличными дегустационными свойствами и высоким содержанием биологически активных веществ – Корона и Хоней.

Для переработки рекомендуются сорта с содержанием сухих растворимых веществ в ягодах не менее 10 % – Вима Занта, Викода, Камароса, Корона; Хоней, Эльсанта, Урожайная ЦГЛ.

Для производства сушеных ягод, а также замораживания и последующего низкотемпературного хранения рекомендуются сорта земляники с высоким содержанием растворимых сухих веществ (не менее 10,5 %), протопектина (не менее 0,60 %) и клетчатки (не менее 1,20 %): Камароса (10,7; 0,72; 1,32); Корона (11,7; 0,65; 1,22); Хоней (11,6; 0,63; 1,34); Эльсанта (10,6; 0,61; 1,21).

Для обогащения пищевых продуктов функциональными ингредиентами рекомендуются сорта с высоким содержанием биологически активных веществ: Викода – аскорбиновая кислота – 90,6 мг/100г; Р-активные вещества – 281 мг/100 г и Корона – содержание аскорбиновой кислоты – 73,3 мг/100 г; антоцианов – 51,7 мг/100 г; катехинов – 312 мг/100 г; рибофлавина – 1,18 мг/100 г; фолиевой кислоты – 207 мкг/100 г.

Аналогичные рекомендации подготовлены для ягод жимолости:

Для потребления в свежем виде рекомендованы все исследуемые сорта жимолости с учетом ранжирования ягод по органолептической предпочтительности (балл): Голубой десерт (9,64) → Зимородок (9,12) → Голубое веретено (8,80).

Для переработки, производства сушеных и замороженных ягод рекомендуются все исследуемые сорта жимолости (с содержанием сухих растворимых веществ; протопектина; клетчатки) – Голубое веретено (15,1; 1,03; 2,20); Зимородок (11,1; 1,14; 1,58); Голубой десерт (13,0; 1,05; 2,17).

Для обогащения пищевых продуктов функциональными ингредиентами рекомендуются сорта: Голубое веретено – содержание катехинов – 263 мг/100 г, антоцианов – 1670 мг/100 г; Голубой десерт – содержание катехинов 304 мг/100 г, антоцианов – 1450 мг/100 г; Зимородок – высокое содержание катехинов – 297 мг/100 г, антоцианов – 1669 мг/100 г, флавонолов – 488 мг/100 г, рибофлавина – 1,48 мг/100 г, фолиевой кислоты – 88 мкг/100 г. Наиболее ценными для обогащения по комплексу показателей являются ягоды сорта Зимородок.

Все исследуемые сорта ягод актинидии рекомендованы для потребления в свежем виде (балл): Сорока (9,56) → ВИР-I (9,48) → Изобильная (8,94).

Для производства сушеных и замороженных ягод, рекомендуется сорт Сорока – 14,2% – РСВ; 0,3: протопектина; 1,94% – клетчатки.

Для обогащения пищевых продуктов функциональными ингредиентами рекомендуется сорт с максимальным содержанием биологически активных веществ Сорока: содержание аскорбиновой кислоты – 1255,5 мг/100 г, содержание катехинов – 179,3 мг/100 г, флавонолов – 60,7 мг/100 г; тиамин – 0,063 мг/100 г; рибофлавина – 0,075 мг/100 г; пиридоксина – 0,085 мг/100 г; ниацина – 0,515 мг/100 г; холина – 43,27 мг/100 г.

Плоды рябины рекомендованы нами для потребления в свежем виде (балл): Сорбинка (9,61) → Бусинка (9,54) → Титан (9,25) → Рубиновая (9,18).

Для переработки рекомендуются все исследуемые сорта рябины. Для обогащения пищевых продуктов рекомендуются сорта: Сорбинка: содержание аскорбиновой кислоты – 53,7 мг/100 г; каротиноидов – 3,52 мг/100 г; катехинов – 68 мг/100 г; флавонолов – 170 мг/100 г; сумма Р-активных веществ – 250,4 мг/100 г; ниацина – 0,670 мг/100 г; холина –

44,92 мг/100 г; а также плоды сорта Титан - сумма каротиноидов – 4,49 мг/100 г, катехины – 270 мг/100 г; содержание антоцианов – 105,6 мг/100 г; флавонолов – 58,9 мг/100 г; сумма Р-активных веществ – 343,5 мг/100 г; ниацина – 0,780 мг/100 г; холина – 23,04 мг/100 г.

Плоды черноплодной рябины рекомендованы для потребления в свежем виде (органолептическая оценка 9,59 балла); для переработки и обогащения функциональными ингредиентами пищевых продуктов: содержание аскорбиновой кислоты – 20,83 мг/100 г; каротиноидов – 2,03 мг/100 г; антоцианов – 690,8 мг/100 г, катехинов – 1422 мг/100 г; флавонолов – 248,9 мг/100 г; сумма Р-активных веществ – 2371,6 мг/100 г; ниацина – 1,67 мг/100 г; холина – 37,70 мг/100 г.

Для переработки рекомендуются все исследуемые сорта яблок. А в качестве основы для обогащения пищевых продуктов функциональными ингредиентами рекомендуется сорт яблок Северный Синап, имеющий самые большие площади выращивания в ЦЧР, с высокой и стабильной урожайностью, хорошей сохраняемостью, транспортабельностью плодов, с гармоничным содержанием БАВ: аскорбиновой кислоты – 4,98 мг/100 г, холина – 48,30 мг/100 г; катехинов – 44,97 мг/100 г; сумма Р-активных веществ – 53,60 мг/100 г.

Проведена интегральная оценка исследуемых ягод и плодов (табл. 1) с учетом коэффициентов весомости их нутриентного состава, установленных методом коллективных экспертных оценок, и их ранжирование по пищевой ценности.

Таблица 1 – Расстояния от стандартизированных векторов культур до стандартизированного вектора антиэталона и значение интегрального показателя

Наименование вида и сорта исследуемой культуры	Расстояния d_j	Интегральный показатель W_j	Место в рейтинге
Черноплодная рябина - Черноокая	12,5914	73,34068	1
Актинидия коломикта - Сорока	10,8342	63,10558	2
Актинидия коломикта - ВИР-I	8,7291	50,84408	3
Жимолость - Зимородок	8,322	48,47286	4
Рябина обыкновенная - Титан	7,9804	46,48315	6
Рябина обыкновенная - Сорбинка	7,8955	45,98864	7
Жимолость - Голубой десерт	7,7738	45,27978	8
Земляника садовая - Корона	6,6732	38,86915	12
Земляника садовая - Эльсанта	6,2354	36,31911	14
Северный синап	4,0205	23,41806	27
Антоновка обыкновенная	4,0173	23,39943	28

Лидирующее место по пищевой ценности занимают плоды черноплодной рябины сорта Черноокая с интегральным показателем 73,3. Вторую и третью позицию имеют ягоды актинидии сортов Сорока и ВИР-I со значением 63,1 и 50,8 соответственно. Жимолость сорта Зимородок находится на четвертом месте – 48,4. Затем следуют плоды рябины сортов Титан и Сорбинка с интегральной оценкой 46,4 и 45,9 соответственно. Из ягод земляники наиболее высокое значение интегрального показателя имеют сорта Корона, Эльсанта, Камароса и Хоней. Яблоки всех исследуемых сортов имеют наименьшее значение интегрального показателя.

На основании результатов исследований пищевой ценности плодово-ягодных культур ЦЧР и интегральной оценки проведено их ранжирование по уровню содержания и спектру биологически активных веществ, позволяющих проектировать сбалансированные по пищевой ценности продукты питания для удовлетворения потребностей организма в необходимых макро- и микронутриентах и минорных компонентах: земляника садовая сортов Корона, Эльсанта, Камароса и Хоней, актинидия коломикта сорта Сорока, жимолость съедобная сорта Зимородок, рябина обыкновенная сорта Сорбинка и Титан, черноплодная рябина сорта Черноокая, а также яблоки сорта Северный синап.

Пятая глава «Формирование заданного уровня качества и безопасности исследуемых ягодных культур ЦЧР на этапе органического производства». Одним из важнейших подходов при формировании качества ягод является применение препаратов микробиологического синтеза и биопрепаратов органического производства, способных

защитить их от внешних воздействий, регулировать их метаболическую активность в процессе роста, что в свою очередь позволяет получить продукцию высокого качества, выращенную в соответствии с требованиями органического производства.

Разработка элементов управления качеством ягод при органическом производстве проводилась на примере ягод земляники, жимолости и актинидии коломикта. Для проведения исследований из широкого перечня исследуемых сортов ягодных культур, перспективных для выращивания в ЦЧР, нами были выбраны сорта, имеющие наиболее высокий потенциал по содержанию функциональных биологически активных ингредиентов: земляника садовая сорта «Корона», жимолость сорта «Зимородок», актинидия коломикта сорта «Сорока».

Исследованы две группы биофунгицидов. Первая – коммерческие биопрепараты, полученные методом микробиологического синтеза, активным веществом которых являются живые антагонистические по отношению к основным фитопатогенам ягодных культур бактериальные или грибные препараты – «Фитоспорин М», «Алирин-Б», «Глиокладин Ж». Вторая группа биопрепаратов – препарат «Хитозан», представляющий собой природный полисахарид, получаемый из панцирей крабов, раков, омаров и других ракообразных. Использовали хитозан водорастворимый низкомолекулярный из морских беспозвоночных, производителем которого является Shanghai Medicines & Health Import & Export Corporation, Китай. Обе исследуемые группы биопрепаратов разрешены для использования в органическом производстве (ГОСТ Р 56104-2014, ГОСТ Р 56508-2015 и ГОСТ Р 57022-2016). В исследуемых вариантах опытов обработку биопрепаратами применяли трехкратную, с интервалом в 7 дней.

Сравнение действия биофунгицидов и химических средств защиты проводили на этапе сбора урожая. В каждом исследуемом варианте проводили сравнительный анализ урожайности растений, средней массы ягод земляники сорта «Корона», определяли количество стандартных ягод и ягод, пораженных микробиологическими заболеваниями. Для обработки использовали 3 разные концентрации биопрепаратов в пределах рекомендуемых доз обработок (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние обработки земляники сорта «Корона» биофунгицидами на качество и урожайность ягод земляники (2015-2019 гг.)

Биофунгициды	Концентрация, %	Средняя масса ягод, г	Содержание ягод, %		Урожайность	
			стандартных	пораженных <i>Botrytis cinerea</i>	г/куста	т/га
Хитозан	0,5	7,44	97,6	1,8	198,4	15,9
	1,0	8,12	97,9	1,7	201,3	16,1
	1,5	8,19	97,8	1,2	205,2	16,4
Фитоспорин	0,1	7,85	97,0	1,8	200,5	16,0
	0,2	7,71	96,5	2,0	198,5	15,9
	0,3	7,79	96,1	2,2	196,2	15,7
Алирин	0,05	8,37	96,1	3,0	198,3	15,39
	0,10	7,72	95,9	3,2	190,4	15,2
	0,15	7,80	95,8	3,3	192,7	15,4
Глиокладин	0,015	7,41	95,0	3,6	190,1	15,2
	0,030	7,90	95,5	3,5	192,1	15,4
	0,045	7,75	95,2	3,6	191,6	15,3
Алирин+ Глиокладин	0,05+ 0,015	7,54	96,2	3,1	192,9	15,4
Хитозан+ Фитоспорин	1,0 + 0,2	7,46	97,5	1,7	203,6	16,3
КОНТРОЛЬ 1 отсутствие обработок	-	7,65	93,2	5,3	172,4	13,8
КОНТРОЛЬ 2: обработка пестицидами		8,01	96,0	3,2	190,6	15,2

Использовали 2 контрольных варианта: 1 – не включал обработку ни химическими, ни биологическими препаратами. Обработка проводилась водой в объеме и в сроки проведения опытных обработок. 2 вариант контроля – использование принятых в условиях интенсивной технологии выращивания химических средств защиты раствора препаратов Фундазол (0,6 %) совместно с Фуфанон (1,0 %).

Изучено влияние биологических препаратов нового поколения на повышение устойчивости ягод к фитопатогенам. Установлено влияние исследуемых видов биопрепаратов на потребительские свойства и лежкоспособность ягод, проведен сопоставительный анализ эффективности действия традиционно используемых при выращивании химических средств защиты растений и исследуемых биологических препаратов.

При применении Хитозана, Фитоспорина, Алирина и Глиокладина отмечалась общая закономерность – снижение поражаемости ягод фитопатогенами, увеличение выхода стандартных ягод, увеличение массы ягод по сравнению с контролем 1, а в лучших вариантах опыта – и по сравнению с контролем 2 (обработка химическими фунгицидами). Полученные результаты позволили определить оптимальную концентрацию используемых препаратов, которая составила: для препарата «Хитозан» – 1,5 %-ную концентрацию; «Фитоспорин М» – 0,1 %; «Алирин-Б» – 0,05 %; «Глиокладин Ж» – 0,030 %.

Жимолость и актинидия относятся к растениям, мало повреждаемым насекомыми и вредителями, что снимает необходимость разработки биологической защиты этих культур от болезней и обеспечивает получение экологически чистой продукции. Так, при их выращивании во ФНЦ им. И.В. Мичурина, на базе которого были выполнены исследования, не применялись какие-либо обработки химическими средствами защиты, что соответствует требованиям органического производства ягод. Вместе с тем, изучили влияние обработок исследуемыми биопрепаратами на товарные качества ягод жимолости и актинидии. Использовали трехкратную обработку оптимальными концентрациями, установленными при органическом производстве ягод земляники: 1. начало цветения; 2. во время массового цветения; 3. конец цветения, начало формирования ягод.

Влияние обработок биопрепаратами на товарные качества ягод жимолости и актинидии представлены в таблице 3, 4.

Таблица 3 – Влияние обработки жимолости сорта «Зимородок» биофунгицидами на качество и урожайность ягод (2015-2019 гг.)

Наименование биопрепарата	Концентрация биопрепарата, %	Средняя масса ягод, г	Содержание ягод, %		Урожайность	
			стандартных	нестандартных	кг/куста	ц/га
Хитозан	1,5	0,84	97,3	2,7	2,2	73,3
Фитоспорин	0,1	0,85	97,5	2,5	2,1	70,0
Алирин	0,05	0,82	96,0	4,0	1,9	63,3
Глиокладин	0,030	0,76	95,2	4,8	1,8	60,3
КОНТРОЛЬ	без обработки	0,75	94,1	5,9	1,8	60,3

Таблица 4 – Влияние обработки актинидии сорта «Сорока» биофунгицидами на качество и урожайность ягод (2015-2019 гг.)

Наименование биопрепарата	Концентрация биопрепарата, %	Средняя масса ягод, г	Содержание ягод, %		Урожайность	
			стандартных	нестандартных	кг/куста	ц/га
Хитозан	1,5	3,7	98,1	1,9	4,3	71,7
Фитоспорин	0,1	3,8	98,0	2,0	4,4	73,4
Алирин	0,05	3,4	95,8	4,2	4,0	66,7
Глиокладин	0,030	3,4	95,5	4,5	4,0	66,7
КОНТРОЛЬ	без обработки	3,3	95,0	5,0	3,8	63,4

Применение биопрепаратов обеспечивало высокий выход стандартной продукции, увеличение массы ягод жимолости и актинидии, а также увеличение урожайности. Улучшились товарные качества ягод – внешний вид, размер, выравненность. По комплексу

изучаемых показателей лучшие результаты были получены при использовании биопрепаратов хитозан (1,5 %) и фитоспорин (0,1 %).

Одним из важнейших показателей качества продукции, произведенной по органической технологии, является ее безопасность. Содержание тяжелых металлов и остаточное количество пестицидов в ягодах земляники, жимолости и актинидии во всех исследуемых вариантах опыта было значительно ниже допустимого уровня, установленного ТР ТС 021/2011. Требованиями ГОСТ Р 56508-2015 «Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортировки» в органическом производстве разрешено использование макро- и микроэлементов, позволяющих проводить обогащение и компенсировать недостаток и несбалансированность микроэлементного состава ягод.

Обогащение проводили путем внекорневых подкормок растений земляники, жимолости и актинидии в вегетационный период растворами солей селената натрия, йодистого калия, сульфатов цинка, магния и марганца, концентрации которых были установлены экспериментально в соответствии с потребностями растений земляники в макро и микроэлементах. На основании результатов предварительных исследований, направленных на определение оптимальных концентраций, форм и способов обогащения ягод микроэлементами, было установлено, что обогащение селеном, йодом, магнием и марганцем эффективно проводить при однократной обработке в период формирования ягод. Обогащение цинком необходимо проводить, используя двукратную обработку. Контролем служили ягоды, обработанные дистиллированной водой, в количестве, кратности и сроках проведения, соответствующих обогащению селеном, йодом, цинком, магнием и марганцем соответственно.

В результате обогащения достигнуто увеличение содержания магния в ягодах жимолости, земляники и актинидии соответственно – на 633,3 %, 312,6 % и 173,9 %; микроэлементов в ягодах жимолости – на 540,3 % для селена, на 572,9 % для йода, на 233,3 % для цинка, на 156,5 % для марганца; в ягодах земляники – на 391,8 % для селена, на 372,2 % для йода, на 160,0 % для цинка, на 210,5 % для марганца; в ягодах актинидии – на 292,3% для селена, на 654,4 % для йода, на 389,3 % для цинка, на 162,2 % для марганца. Увеличение макро- и микроэлементов при комплексном обогащении ягод жимолости, земляники и актинидии составляет: для селена – в 1,5-2,4 раза, для йода – в 1,3-1,9 раза, для цинка – 1,1-1,3 раза, для магния – в 1,4-2,4 раза, для марганца – 1,1-1,2 раза.

В связи с различной аккумулирующей способностью исследуемых ягодных культур рекомендованы индивидуальные технологии обогащения исследуемых ягодных культур. Степень удовлетворения суточной потребности в исследуемых минеральных веществах представлена на рисунке 9.

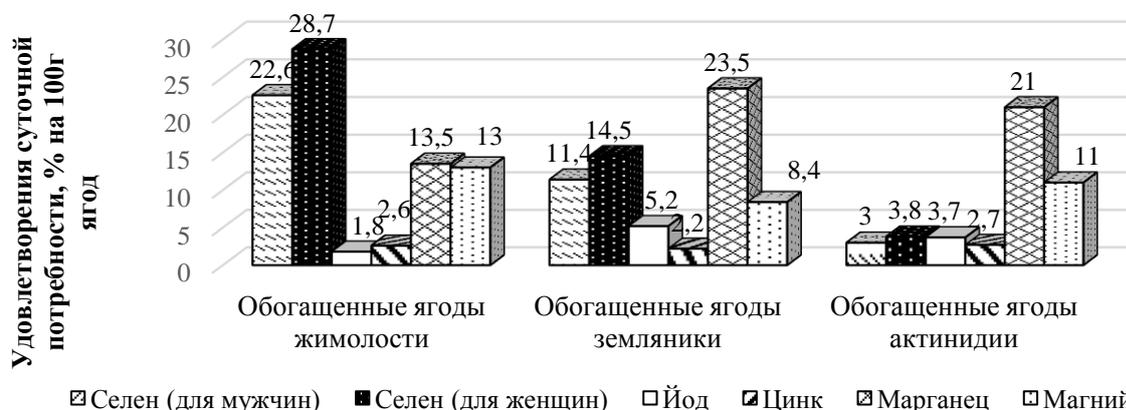


Рисунок 9 – Содержание макро и микроэлементов в обогащенных ягодах жимолости, земляники и актинидии, % от суточной нормы

Серия проведенных экспериментов показала также возможность одновременного повышения содержания селена, йода, магния, марганца и цинка в ягодах земляники садо-

вой, жимолости и актинидии методом внекорневой однократной обработки растений в период вегетации оптимизированным составом рабочего раствора.

В шестой главе «Разработка технологических решений, направленных на увеличение срока хранения ягодных культур» изучалась сравнительная эффективность сохранения потребительских свойств ягод жимолости, земляники и актинидии при использовании двух технологий хранения: обработка ягод перед закладкой на хранение биофунгицидом – хитозаном, способным создавать пищевую пленку пролонгированного антимикробного действия, и хранение в газовых средах. Хранение в газовых средах осуществлялось при двух технологиях: хранение в модифицированной (МА) и регулируемой газовой средах (РА).

Ранее нами была доказана эффективность использования хитозана в качестве биофунгицида при органическом производстве ягод земляники. Учитывая его высокую эффективность, нами была изучена эффективность использования покрытия из хитозана для удлинения сроков хранения земляники, жимолости и актинидии и сокращения их потерь при хранении. Была разработана технология создания защитного «пищевого» покрытия для ягод. Установлено, что максимальный барьерный эффект достигался при концентрации хитозана в водном растворе – 1,0 %. Создание на поверхности ягод пленки защитного «пищевого» покрытия биофунгицида хитозана способствует повышению выхода земляники садовой товарного качества, увеличению сроков хранения до 12-15 дней, снижению содержания ягод пораженных фитопатогенами и уменьшению естественной убыли массы ягод. Для ягод актинидии создание пищевого покрытия на основе хитозана способствует продлению сроков хранения до 7 дней. Для ягод жимолости использование данного способа для снижения потерь при хранении является неэффективным.

На хранение в охлаждаемых камерах (температура 0,5°C) с регулируемой газовой атмосферой (РА) закладывали ягоды земляники садовой сорта Корона, жимолости сорта Зимородок и актинидии сорта Сорока, обладающих наиболее высоким содержанием БАВ и лучшей лежкоспособностью при хранении в ОА.

В результате выполненных исследований были определены оптимальные режимы регулируемой атмосферы (РА): РА 1 – с высоким содержанием углекислого газа: CO₂ – 17 %; O₂ – 7 %; РА 2 – с низким содержанием кислорода и средним содержанием углекислого газа: CO₂ – 6 %; O₂ – 2%; РА 3 – с ультранизким содержанием кислорода: CO₂ – 1,5 %; O₂ – 1,5 %. Контролем служили ягоды, хранение которых осуществлялось в обычной атмосфере (ОА): CO₂ – 0,03 %; O₂ – 20,9 %. Создание РА проводили автоматической системой управления АСУ Multiplex.

Поддержание и контроль газового состава осуществлялось в автоматическом режиме. Продолжительность хранения ягод определяли по показателям товарного качества, предельным сроком хранения был принят рубеж, при котором содержание стандартной продукции достигнет 90 %.

На рисунке 10 представлено содержание стандартных ягод земляники садовой сорта «Корона» при хранении в режимах РА.

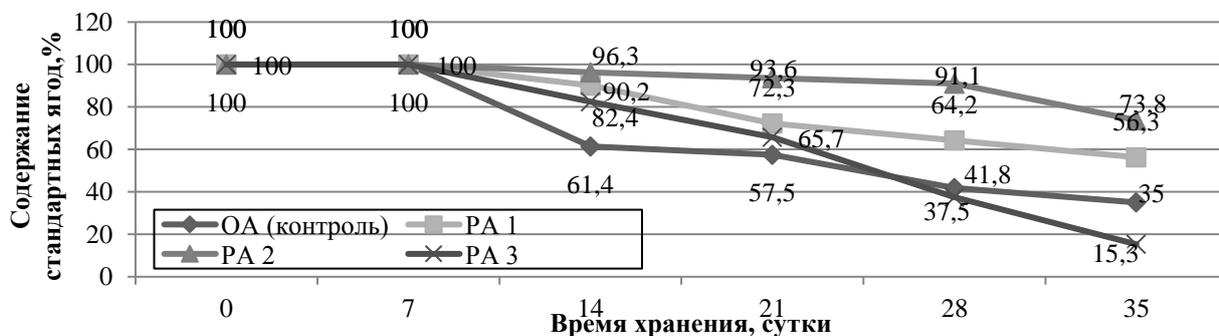


Рисунок 10 – Содержание стандартных ягод земляники сорта «Корона» при хранении в РА и ОА (контроль) в первые 35 суток при температуре 0,5°C

Использование регулируемой атмосферы при температуре 0,5°C оказало положительное влияние на сохранение товарного качества ягод земляники при хранении. Оптимальным составом регулируемой атмосферы для продления сроков реализации ягод земляники является вариант РА 2 (CO₂ – 6 %; O₂ – 2 %), применение которого позволяет сохранить 90 % товарных ягод в течение 28 дней по сравнению с хранением в обычной атмосфере. Снижение потерь от поражения грибом *Botrytis cinerea* при хранении в РА 2 сокращается более чем в 5 раз.

На рисунке 11 представлены данные о влиянии продолжительности хранения в условиях РА и ОА (контроль) на качество ягод актинидии коломикта сорта «Сорока».

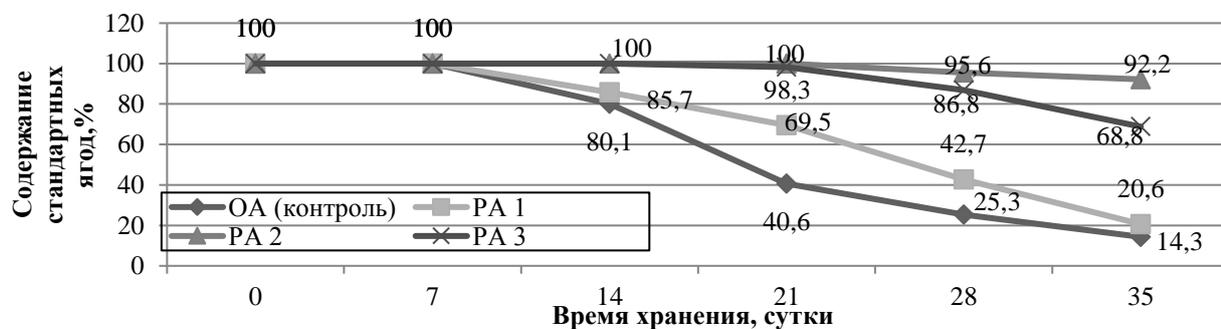


Рисунок 11 – Влияние продолжительности хранения в условиях в РА и ОА (контроль) при температуре 0,5°C на качество ягод актинидии

Применение РА2 (CO₂ – 6 %; O₂ – 2 %) и РА3 (CO₂ – 1,5 %; O₂ – 1,5 %) было эффективным для сохранения качества ягод актинидии. Содержание стандартных ягод при хранении в РА 2 и РА 3 составило соответственно 100 % и 98,3 % – через 21 сутки.

Установлены оптимальные концентрации CO₂ – 6 % и O₂ – 2 %, позволяющие увеличить срок хранения свежих ягод актинидии до 35 дней.

На рисунке 12 представлено содержание стандартных ягод жимолости съедобной сорта «Зимородок» при хранении в РА.

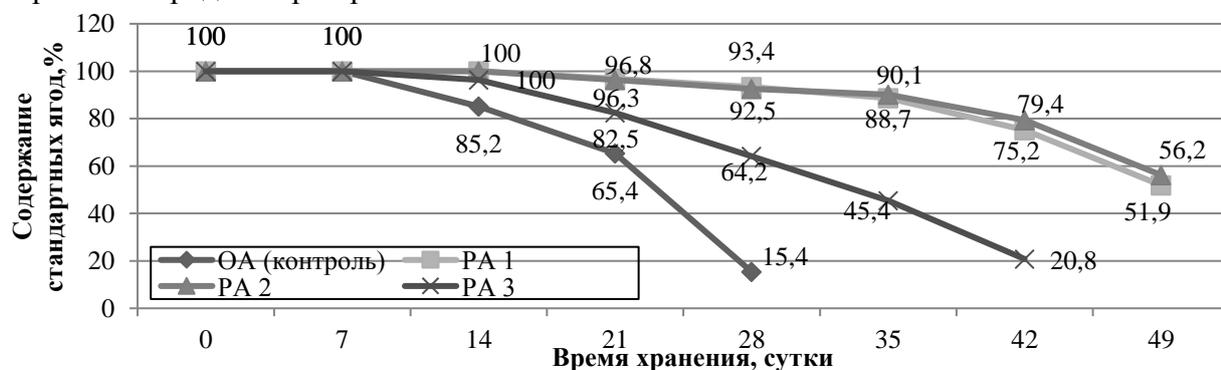


Рисунок 12 – Содержание стандартных ягод жимолости сорта «Зимородок» при хранении в РА и ОА (контроль) при температуре 0,5°C

Оптимальными режимами хранения ягод жимолости в регулируемой атмосфере являются 17 % CO₂ и 7 % O₂ и 6 % CO₂ и 2 % O₂, обеспечивающие сохранение исходного качества ягод до 35 дней.

Для создания модифицированной атмосферы использовали специализированную полимерную упаковку (типа пакта) «Xtend», компании StePac (Израиль), которая обеспечивает: снижение концентрации O₂ и повышение концентрации CO₂ за счет естественного процесса дыхания ягод, замедляет интенсивность метаболизма, сохраняет органолептические показатели, предотвращает образование избыточной влаги и сокращает естественную убыль.

Состав атмосферы в упаковке при хранении земляники в МА (рис. 13) находился в пределах 2,0-2,4 % для CO₂ и 18,9-19,5 % – для O₂. Ягоды хорошо сохраняли свое товарное качество по сравнению с контролем (рис. 14).

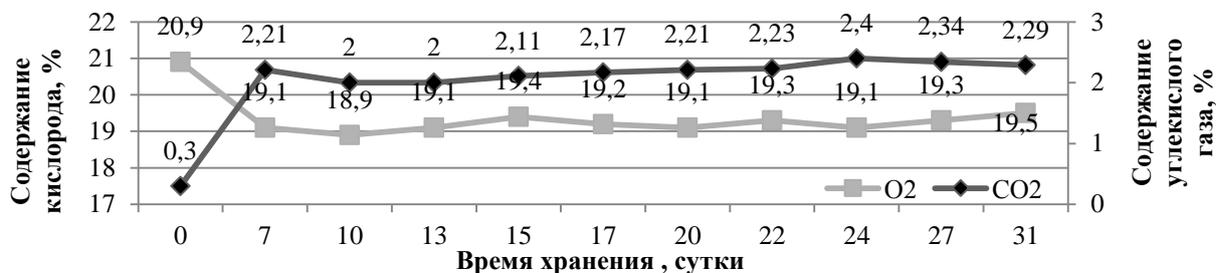


Рисунок 13 – Динамика состава атмосферы при хранении ягод земляники садовой сорта «Корона» в МА при температуре 0,5°C

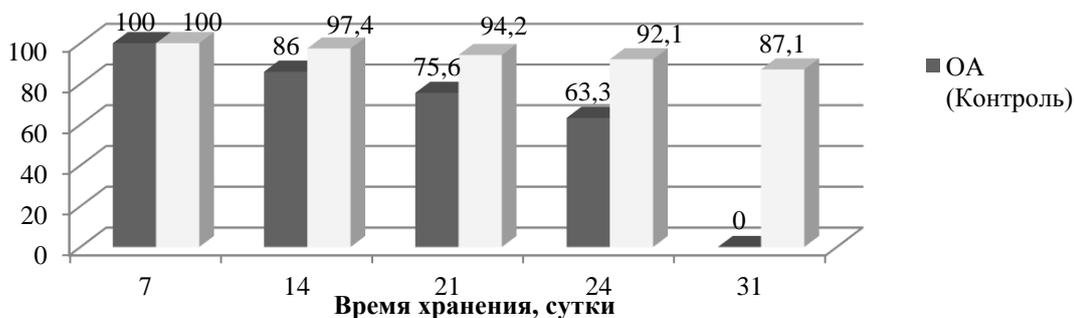


Рисунок 14 – Содержание стандартных ягод земляники при хранении в МА

Продолжительность хранения ягод земляники увеличивается с 7 до 24 суток по сравнению с хранением в обычной атмосфере. Снижение потерь от поражения грибом *Botrytis cinerea* при хранении в МА сокращается в 4,6 раза.

На рисунке 15 представлена динамика концентрации O₂ и CO₂ при хранении ягод актинидии сорта «Сорока» в пакетах «Xtend» в течение 38 дней.

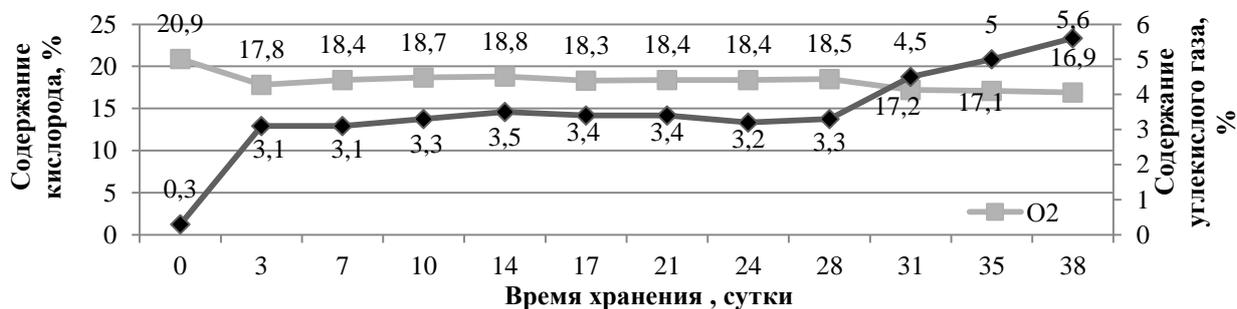


Рисунок 15 – Динамика состава атмосферы при хранении ягод актинидии коломикта сорта «Сорока» в МА при температуре 0,5°C

Концентрации газов внутри пакета стабилизировались на третьи сутки хранения и в течение последующих 28 дней находились в пределах 3,1-3,5 % для CO₂ и 17,8-18,8 % для O₂. К концу хранения концентрация CO₂ возросла до 5,6 %, O₂ – снизилась до 16,9 %. Ягоды актинидии отличаются высокой чувствительностью к этилену. В течение первых 28 суток хранения ягоды актинидии выделяли незначительное количество этилена – 2,4-28,4 ppm. На 31-е сутки хранения произошло резкое увеличение концентрации этилена до 180-183,3 ppm, что привело к снижению товарного качества ягод – резко увеличилось содержание мягких и перезревших ягод, а также пораженных фитопатогенами.

Использование МА позволило в значительной степени сохранить товарное качество ягод актинидии при хранении (рис. 16). Содержание стандартных ягод на 24 сутки – 90 % в то время как в условиях АО их было лишь 31,7 т.е. в 2,8 раза меньше. Ягоды лучше сохраняли внешний вид, твердость и вкусовые свойства. Естественная убыль массы ягод актинидии при хранении в МА снижается в 1,4 раза по сравнению с АО – 4,2 % и 3,0 % соответственно.

Проведенные исследования показали, что для сохранения качества и продления пе-

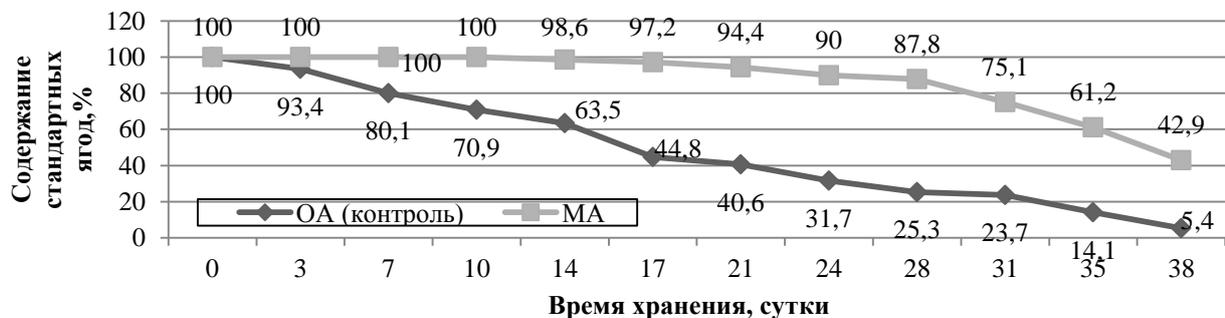


Рисунок 16 – Содержание стандартных ягод актинидии» при хранении в МА

риода хранения ягод актинидии можно рекомендовать использование МА, обеспечивающих сохранение исходного качества свежих ягод. Оптимальным периодом хранения является 24 дня. Продолжительность хранения в МА увеличивается с 3 суток до 24 суток.

Установлена корреляционная зависимость между интенсивностью дыхания земляники и продолжительностью хранения ягод в обычной и модифицированной атмосфере. Для рентабельного и эффективного хранения ягод земляники в МА необходимо использовать сорта с высоким потенциалом лежкоспособности и низкой интенсивностью дыхания и в период хранения, не превышающей равновесную концентрацию CO_2 в атмосфере хранения 1,7 % – 3 %. Использование специализированных пакетов для создания МА типа «Xtend» увеличивает продолжительность хранения ягод земляники с исходной низкой интенсивностью дыхания при температуре 0,5°C до 21 суток. Для ягод актинидии оптимальным периодом хранения в МА является 24 дня, для ягод жимолости – 25 дней.

В седьмой главе «Сравнительная характеристика эффективности современных технологий замораживания и сушки ягод для получения биологически активных ингредиентов рационов питания» изучалась эффективность применения быстрого замораживания и двух видов сушки на сохранение пищевой ценности ягод жимолости, земляники садовой и актинидии.

С целью максимального сохранения биологически активных соединений разных видов ягод при замораживании были отобраны сорта, относящиеся по результатам комплексной оценки органолептических показателей и пищевой ценности к высшей категории качества, наиболее полно по физико-химическим показателям подходящие для замораживания и обеспечивающие максимальное удовлетворение суточной потребности организма человека в витаминах и антиоксидантах.

Для установления оптимального режима замораживания, способствующего в наибольшей степени сохранению исходных качественных характеристик ягод, исследовали три температурных режима: -24°C; -35°C и -40°C. Замораживание проводили в скороморозильном (флюидизационном) аппарате в вибро-кипящем слое толщиной 4 см до конечной температуры в центре ягоды минус 20°C и хранили в низкотемпературных холодильных камерах при температуре -18°C в течение 15 месяцев. Перед проведением анализов ягода размораживалась в холодильной камере при температуре 2°C.

Проводили изучение влияния температуры замораживания на качественные характеристики ягод земляники сорта Корона. Полученные результаты представлены на рисунке 17.

Установлено, что оптимальным технологическим режимом замораживания ягод земляники, сохраняющим исходные потребительские свойства, является шоковое замораживание при температуре - 35°C и -40°C. Менее энергозатратным и экономически выгодным является замораживание до температуры -35°C. Оптимальный технологический режим замораживания ягод жимолости и актинидии также составил минус 35°C.

На рисунке 18 представлено влияние продолжительности низкотемпературного хранения на органолептические показатели замороженных ягод земляники садовой. По результатам дегустации можно выделить сорта Корона и Камароса, которые имели привлекательный внешний вид, почти не изменяющийся после дефростации, яркую окраску, плотную консистенцию, гармоничный вкус и аромат и через 12 месяцев хранения относи-



а) температура замораживания -24°C



б) температура замораживания -35°C



в) температура замораживания -40°C



г) сравнение температурных режимов замораживания

Рисунок 17 – Влияние температуры замораживания на качественные характеристики ягод земляники

лись к высшей категории качества, незначительные изменения консистенции были установлены после 15 месяцев хранения.

Во многом на результаты дегустационной оценки оказывала влияние сокоудерживающая способность ягод, характеризующая потери сока при размораживании. На рисунке 19 представлены результаты исследований потерь сока в ягодах земляники исследуемых сортов в процессе низкотемпературного хранения. По результатам исследований можно выделить сорта Корона и Камароса. Сорта земляники с плотной консистенцией мякоти имели более высокую влагоудерживающую способность тканей, и более продолжительный период хранения в замороженном состоянии и срок годности.

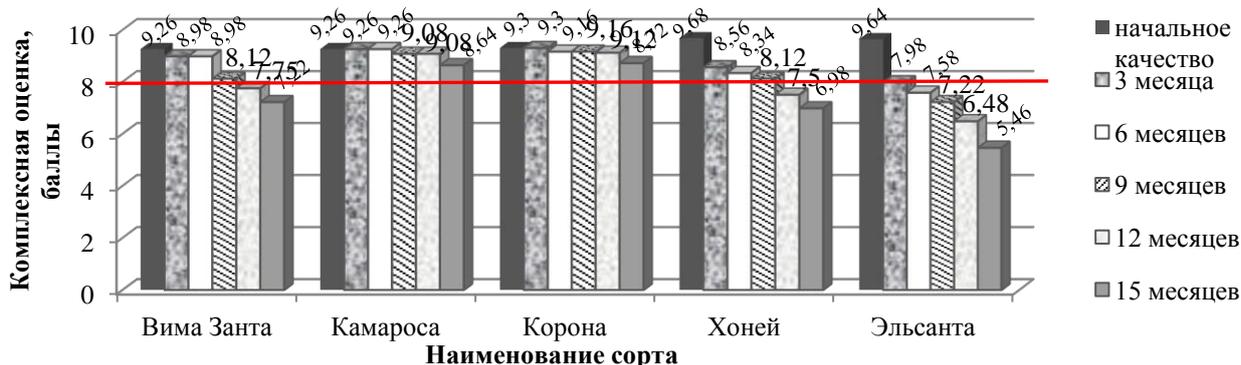


Рисунок 18 – Результаты комплексной органолептической оценки ягод земляники исследуемых сортов в процессе низкотемпературного хранения, баллы

Экспериментальным путем была установлена корреляция между величиной потери сока и изменением органолептических характеристик размороженных ягод. Получены уравнения регрессии, характеризующие изменение комплексной оценки и потери сока от продолжительности низкотемпературного хранения замороженных ягод земляники. На основании полученных данных была установлена градация пригодности ягод к замораживанию: 1 – при потере сока до 5 % – категория «отличная пригодность»; 2 – при потере со-

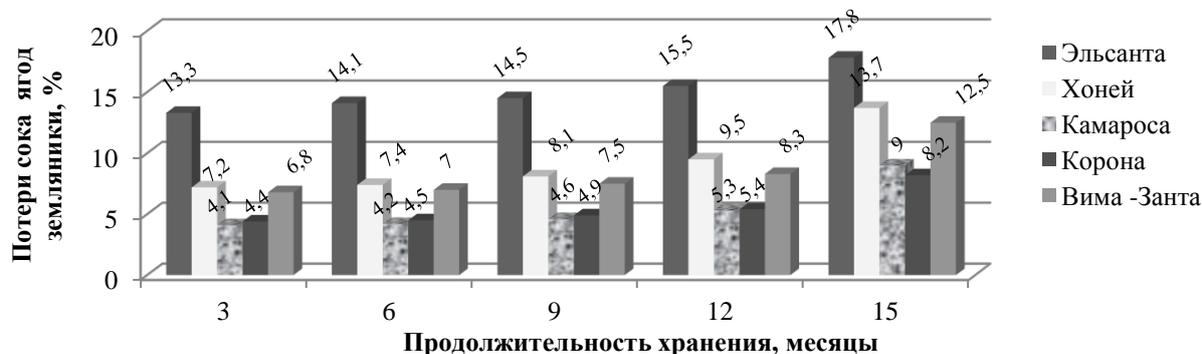
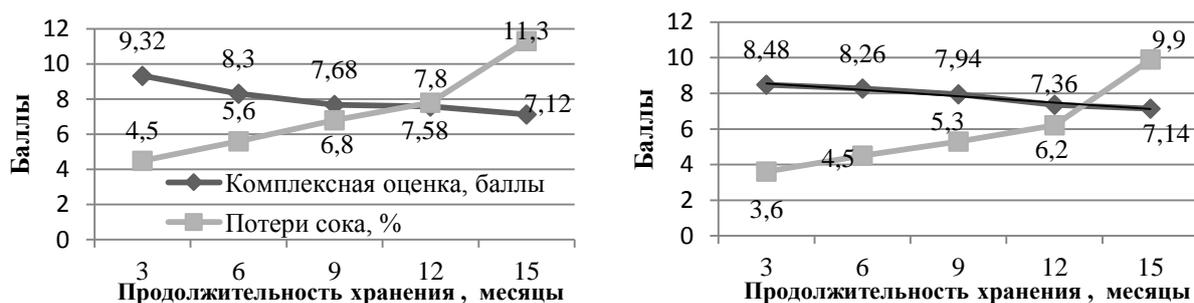


Рисунок 19 – Потери сока в ягодах земляники при размораживании исследуемых сортов в процессе низкотемпературного хранения, %

ка от 5,1 % до 7,5 % – «хорошая пригодность»; при потере сока от 7,6 % до 12 % – «удовлетворительная пригодность» и более 12 % – «непригодны для замораживания». Установлен перечень сортов земляники, наиболее пригодных для замораживания. В категорию «отличная пригодность» отнесены сорта земляники Корона и Камароса. Ягоды сорта Хоней и Вима Занта отнесены в категорию сортов, имеющих «хорошую пригодность» для замораживания; сорта Эльсанта – «непригодны для замораживания».

Влияние продолжительности низкотемпературного хранения замороженных ягод жимолости на качественные органолептические характеристики и потери сока ягодами представлены на рисунке 20.



а) ягоды жимолости сорта Голубой десерт б) ягоды жимолости сорта Голубое веретено

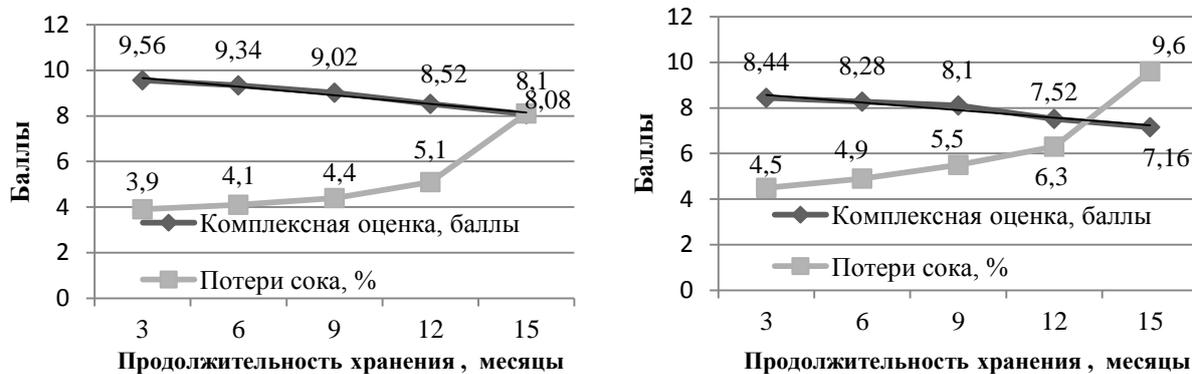


в) ягоды жимолости сорта Зимородок

Рисунок 20 – Влияние продолжительности хранения на органолептические показатели качества и потери сока при длительном хранении ягод жимолости

Получены уравнения регрессии, характеризующие изменение комплексной органолептической оценки качества и потери сока от продолжительности низкотемпературного хранения замороженных ягод жимолости, в исследуемых сортах. По результатам исследований был выделен сорт жимолости Зимородок, как наиболее пригодный для замораживания и получения функциональных ингредиентов в течение года.

Результаты исследований криорезистентности актинидии исследуемых сортов, обуславливающие органолептические показатели и влагоудерживающую способность в процессе низкотемпературного хранения при -18°C , представлены на рисунке 21.



а) ягоды актинидии сорта Сорока б) ягоды актинидии сорта Изобильная

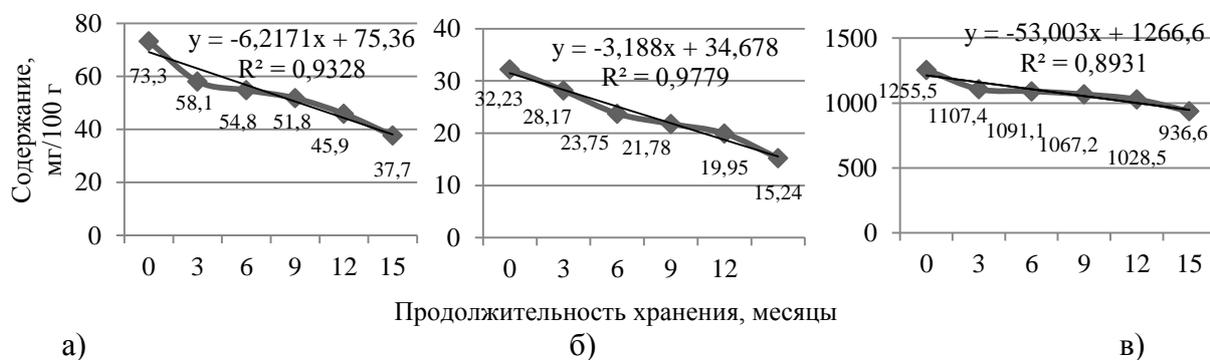


в) ягоды актинидии сорта ВИР-I

Рисунок 21 – Взаимозависимость потери сока и комплексной оценки ягод актинидии исследуемых сортов от продолжительности низкотемпературного хранения

Проведенные исследования позволили провести ранжирование пригодности исследуемых сортов актинидии для замораживания и последующего низкотемпературного хранения при температуре -18°C , как источника функциональных ингредиентов Сорока → Изобильная → ВИР-I. Ягоды сорта Изобильная и ВИР-I рекомендованы для потребления в свежем виде, а также в качестве источника функциональных ингредиентов в свежем виде. Получены уравнения регрессии, описывающие изменение комплексной органолептической оценки качества и потери сока от продолжительности низкотемпературного хранения замороженных ягод актинидии исследуемых сортов.

Быстрое замораживание и длительное низкотемпературное хранение ягод исследуемых сортов привело к снижению содержания аскорбиновой кислоты, катехинов, антоцианов и флавонолов, динамика этих процессов описывается соответствующими линейными уравнениями, отображенными на данных рисунках. (рис. 22-25).



а) земляника (сорт Корона), б) жимолость (Зимородок), в) актинидия (Сорока)

В результате низкотемпературного воздействия снизилось содержание аскорбиновой кислоты в ягодах всех исследуемых культур. Менее интенсивно произошло разруше-

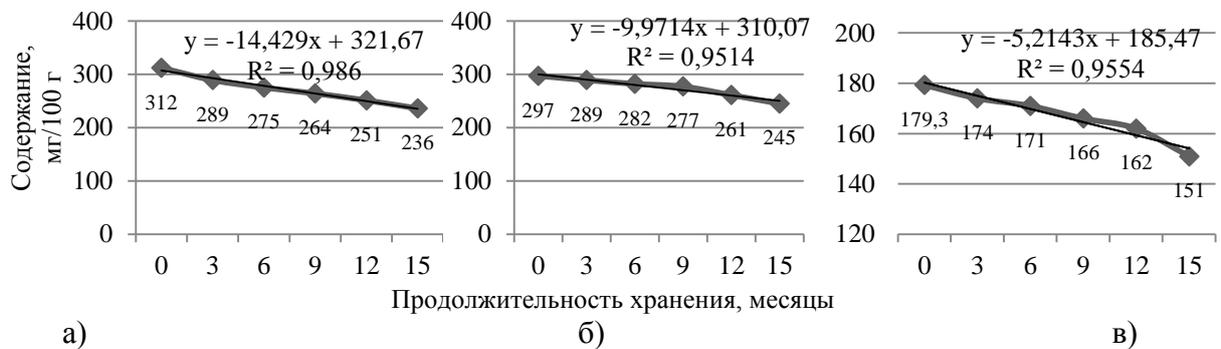


Рисунок 23 – Изменение содержания катехинов в замороженных ягодах: а) земляника, б) жимолость, в) актинидия

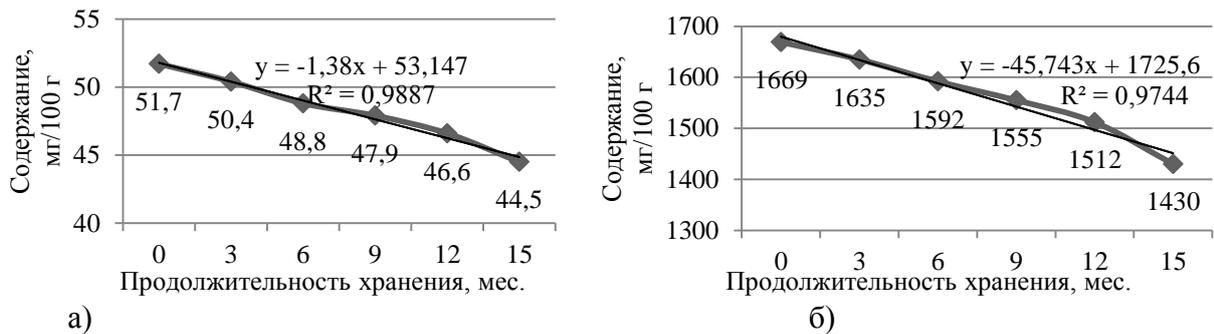


Рисунок 24 – Изменение содержания антоцианов в замороженных ягодах: а) земляника, б) жимолость

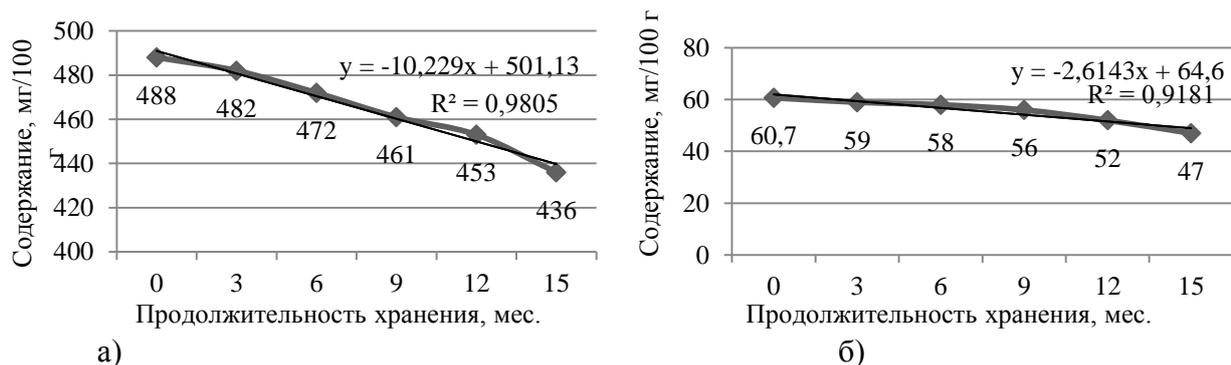


Рисунок 25 – Изменение содержания флавонолов в замороженных ягодах: а) жимолость, б) актинидия

ние катехинов, антоцианов и флавонолов. Потери витаминов в процессе хранения объясняются необратимыми гидролитическими процессами под воздействием тканевых ферментов, наиболее интенсивно протекающие после 12 месяцев хранения. Для установления сроков годности замороженных ягод изучены также микробиологические показатели безопасности. Полученные результаты показали, что ягоды земляники, жимолости и актинидии на протяжении 15 мес. хранения имели стабильный уровень безопасности по микробиологическим показателям. По результатам комплексной оценки с учетом уровня сохранения потребительских свойств установлен оптимальный срок годности замороженных ягод – 12 месяцев.

Важным направлением получения сырьевых источников функциональных ингредиентов для обогащения пищевых продуктов может быть производство сушеных ягод. Были проведены исследования по оптимизации основных параметров технологического процесса инновационной технологии - конвективной вакуумно-импульсной сушки, позволяющие максимально сохранить исходные питательные вещества в высушиваемом ягодном сырье. Для контроля динамики сохранности пищевых веществ высушиваемых ягод были выбраны сорта, обладающие преобладающим содержанием биологически активных веществ: ягоды земляники садовой сорта Корона, жимолости съедобной сорта Зимородок и актинидии коломикта сорта Сорока. Сушку ягод жимолости осуществляли в целом виде,

ягод земляники и актинидии в нарезанном на две части до остаточного содержания влаги 8,0-9,0 %, обеспечивающей микробиологическую стабильность при хранении и способствующей формированию хрупкой консистенции высушенных ягод, необходимой для получения из них порошка-концентрата – ингредиента для обогащения пищевых продуктов. В качестве контроля использовали наиболее распространенный промышленный способ – конвективную сушку (КС). Сравнительная характеристика динамики скорости сушки ягод в зависимости от технологии, представлена рис. 26.

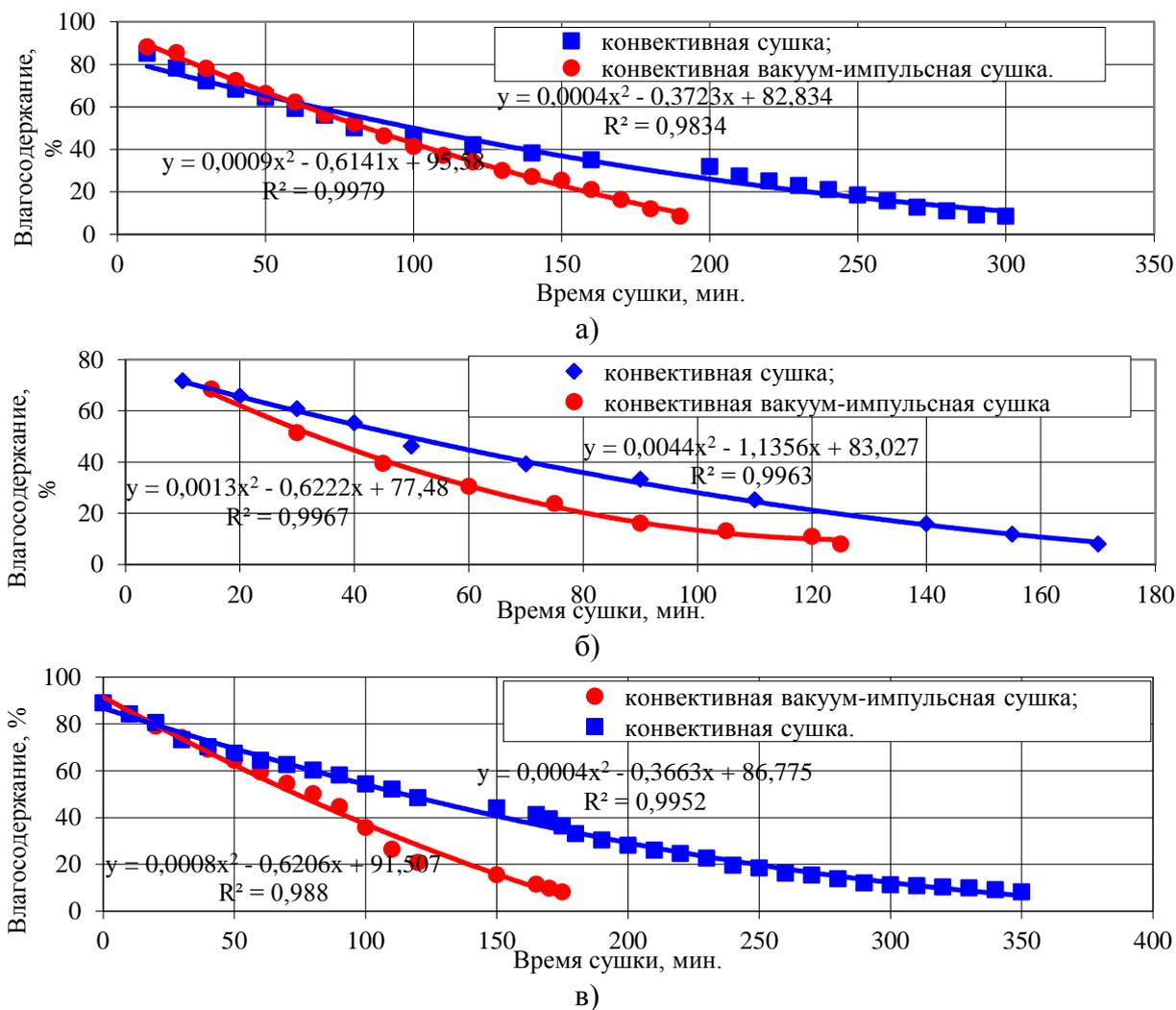


Рисунок 26 – Зависимость изменения влагосодержания от времени сушки ягод: а) земляники; б) актинидии; в) жимолости

Получены уравнения регрессии, характеризующие зависимость влагосодержания в сушеных ягодах земляники, жимолости и актинидии от времени для различных видов сушки. Достижение необходимой влажности 8-9 % для ягод земляники конвективным вакуум-импульсным способом достигается быстрее на 110 мин, или в 1,58 раза; для ягод актинидии – на 46 минут, что быстрее 1,37 раза конвективного способа сушки; для ягод жимолости – сокращение продолжительности конвективно-вакуум-импульсной сушки по сравнению с конвективной сушкой составляет 175 минут, т.е. в 2 раза. Соответственно, конвективно-вакуум-импульсная сушка является экономически более выгодной.

Изучение влияние способа сушки на качество сушеных ягод оценивали по комплексу показателей после сушки и в процессе хранения через 3, 6, 9, 12 и 15 месяцев в условиях $t=18^{\circ}\text{C}$ и $\varphi=70\%-75\%$. В связи с отсутствием нормативной документации на сушеные ягоды земляники, жимолости и актинидии нами был разработан СТО 00493534 – 002 – 2017 «Ягода сушеная». При проведении синхронных исследований по сравнительному изучению влияния конвективной и конвективно-вакуум-импульсной сушки на каче-

ство сушеных ягод земляники, жимолости и актинидии было установлено, что продукция, полученная по двум технологиям сушки, соответствовала предъявляемым требованиям.

Основной состав сахаров в сушеной ягодной продукции представлен моносахаридами. Содержание дисахаридов в сушеных ягодах жимолости незначительно – 1,7-1,8 %, в ягодах земляники и актинидии их количество составляет 6,1-8,2 % и 10,7-11,1 %. Богаты сушеные ягоды и пищевыми волокнами – клетчаткой и пектинами. Лидерами по их содержанию являются сушеные ягоды жимолости (16,1 % и 9,59 %) и актинидии (14,18 % и 5,17 %) соответственно. Сохранность биологически активных веществ сушеных ягод оценивали по их содержанию в сырье и готовых продуктах (рис. 27).

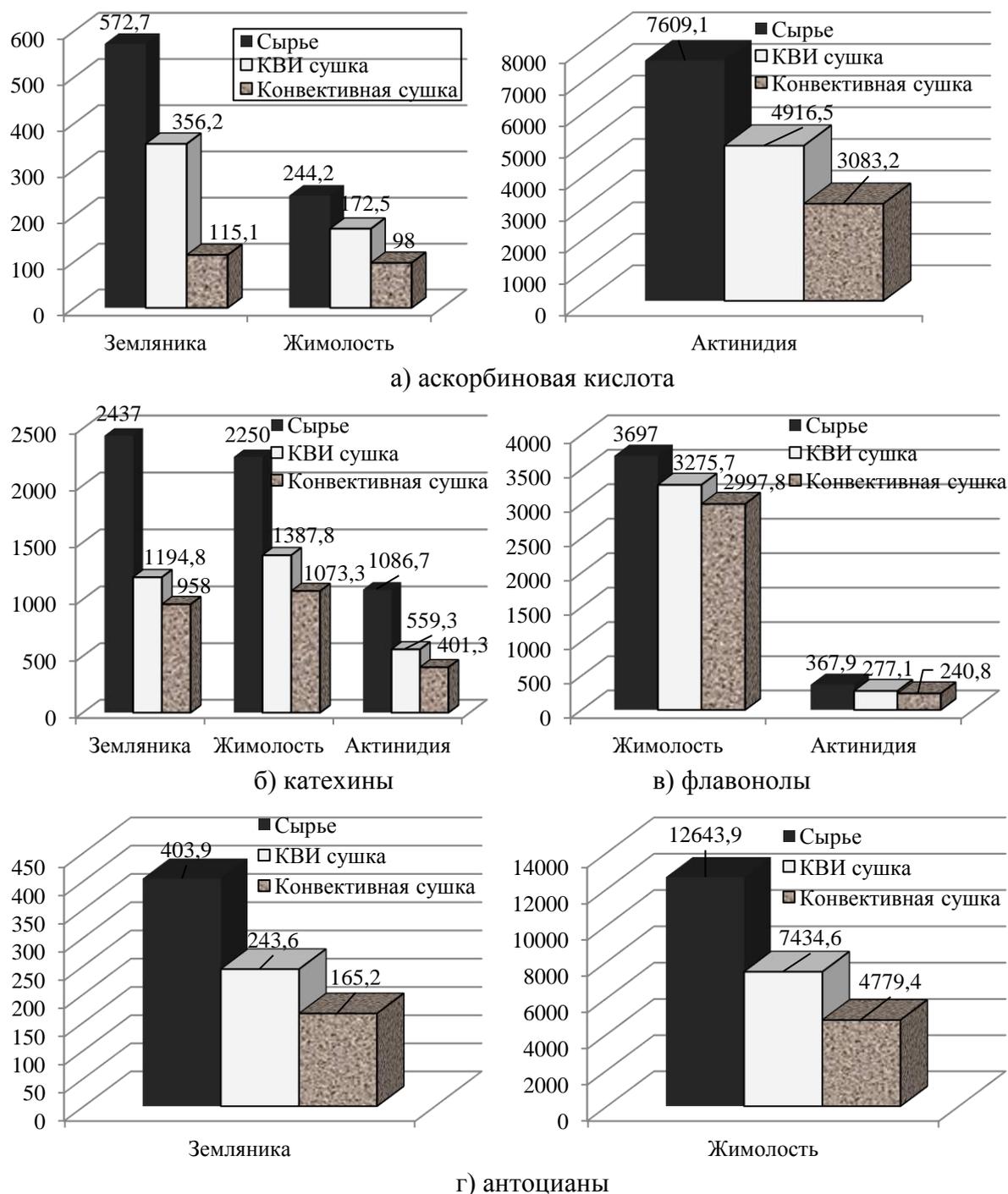


Рисунок 27 – Содержание БАВ в свежих и сушеных ягодах, мг/100 г сухого вещества: а) аскорбиновой кислоты, б) катехинов, в) флавонолов, г) антоцианов

Особенностью конвективно-вакуум-импульсной сушки является высокая сохранность аскорбиновой кислоты в сушеных ягодах по сравнению с исходным сырьем – 62,2 % – в землянике, 64,6 % – в актинидии и 70,6 % – в ягодах жимолости. В ягодах,

полученных конвективной сушкой, сохранность витамина С была гораздо ниже – соответственно 20,1 %, 40,1 % и 40,5 %. Потери катехинов у земляники, жимолости и актинидии составили соответственно 50,1 %, 38,2 % и 48,5 %. При сушке конвективным способом в плотном слое потери катехинов были более значительными и составили 60,7 %, 52,3 % и 59,1 % соответственно. Антоцианы жимолости и земляники наиболее чувствительны к действию повышенных температур и их потери также значительны – соответственно 59,1 % и 62,2 % – при конвективной сушке и 39,7 % - 41,2 % – при КВИ сушке. Флавонолы сырья более стойки и разрушаются медленнее. Их потери в сушеных ягодах жимолости составили 11,4 % при КВИ сушке и 18,9 % – при КС сушке, а для ягод актинидии потери составили соответственно 24,7 % и 34,5 %.

Сушка исследуемого ягодного сырья конвективным-вакуум-импульсным способом способствовала наиболее полному сохранению биологически активных веществ сырья, что связано с более низкой температурой сушки, равномерным прогревом материала во всем объеме и импульсным вакуумированием и сокращением времени сушки на 46-175 минут. Несмотря на потери витамина С, антоцианов, катехинов и флавонолов, полученное ягодное сырье является уникальным природным концентратом БАВ. На рисунках 28, 29 отмечено содержание макро- и микроэлементов в сушеных ягодах в процентах от суточной потребности.

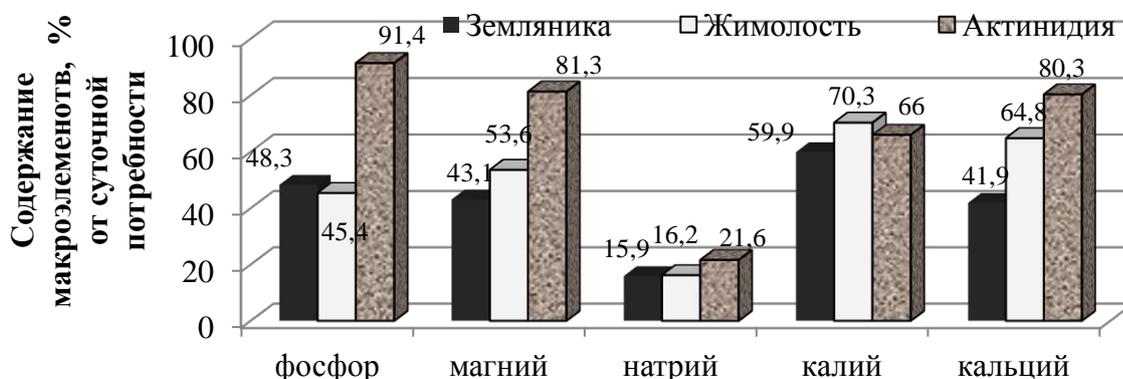


Рисунок 28 – Содержание макроэлементов в сушеных ягодах КВИ сушки в процентах от суточной потребности/100 г

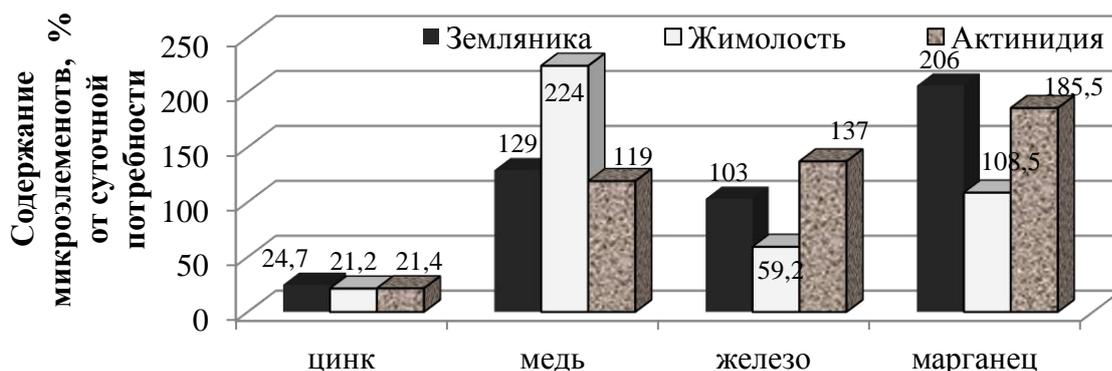


Рисунок 29 – Содержание микроэлементов в сушеных ягодах КВИ сушки в процентах от суточной потребности/100 г

Установлено высокое содержание калия в сушеных ягодах жимолости, земляники и актинидии, удовлетворяющее суточную потребность на 70,3 %, 59,9 % и 66,0 % соответственно, а также значительное содержание магния, фосфора и кальция, в особенности в сушеных ягодах актинидии. Из микроэлементов в значительной степени способствует удовлетворению суточной потребности содержание меди, железа и марганца.

Анализ органолептических, физико-химических и микробиологических показателей качества проводился в течение 15 мес. Через 15 месяцев хранения сушеных

ягод их внешний вид, вкус, аромат и цвет соответствовали требованиям ГОСТ 32896-2014 «Фрукты сушеные» и СТО 00493534-002-2017 «Ягода сушеная». Массовая доля влаги в сушеных ягодах к концу хранения незначительно увеличилась, но при этом не превышала предельно допустимый уровень. Содержание сахаров незначительно снизилось. Произошло некоторое увеличение титруемой кислотности. Более значительные изменения в сушеной ягодной продукции произошли в содержании БАВ. Потери аскорбиновой кислоты через 12 месяцев хранения составили от 14,6 % в сушеной актинидии до 30,9 % в сушеной жимолости. В сушеной землянике потери составили 28,7 %. Произошло снижение содержания антоцианов – на 24,8 % в землянике и 16,6% в жимолости соответственно к концу хранения. Содержание флавонолов также незначительно снизилось – на 18,4 % в сушеной жимолости, и на 21,8 % – в сушеной актинидии. Получены уравнения регрессии, описывающие изменение содержания аскорбиновой кислоты, катехинов, антоцианов и флавонолов при хранении сушеных ягод, позволяющие прогнозировать остаточное содержание БАВ в зависимости от исходного качества ягод и определять оптимальный срок годности сушеных ягод.

На рисунке 30 представлен уровень содержания витаминов в сушеных ягодах КВИ сушки в процентах от суточной потребности организма в них.

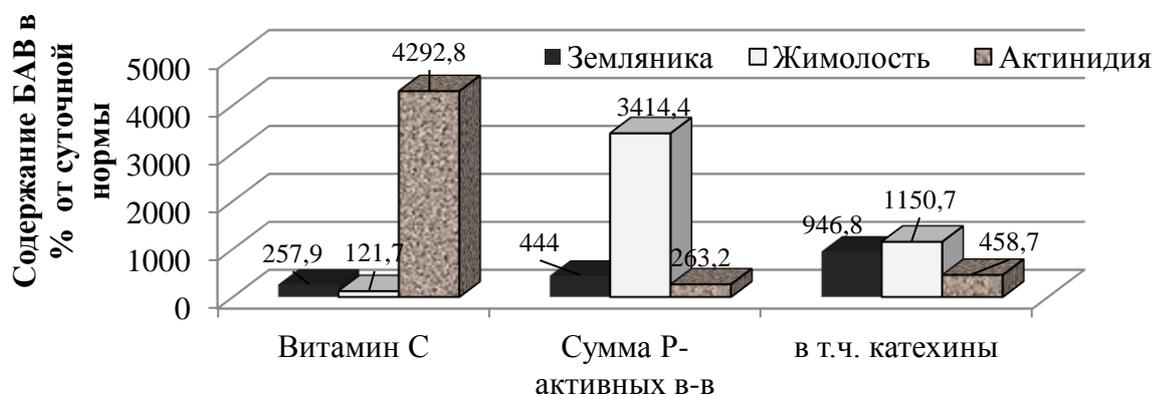


Рисунок 30 – Содержание БАВ в сушеных ягодах КВИ сушки в процентах от суточной потребности на 100 г ягод (через 12 месяцев хранения)

Установлено, что сушеные ягоды земляники, жимолости и актинидии являются уникальными природными концентратами натуральных витаминных комплексов – витамина С, Р-активных соединений, содержание которых в 100 г продукции значительно превосходит суточную потребность в них.

На основании проведенных исследований установлено, что оптимальным сроком хранения сушеных ягод жимолости, земляники и актинидии, полученных методом КВИ сушки, при температуре 18-20°C и φ – 65-70 % с учетом коэффициента резерва в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847-04 является 12 месяцев, в течение которого продукция сохраняет стабильное качество. Микробиологические показатели качества сушеных ягод подтверждают соответствие полученной продукции санитарно-гигиеническим требованиям, установленных ТР ТС 021/2011.

Анализ полученных результатов показал, что оптимизированные режимы технологии КВИ сушки и шокового замораживания позволяют максимально сохранить исходную пищевую ценность при длительном хранении и являются надежными и перспективными способами получения сырья для обогащения продуктов питания эссенциальными и минеральными нутриентами.

В восьмой главе «Проектирование и оценка потребительских свойств пищевых продуктов с заданными свойствами, обогащенных функциональными ингредиентами» представлена разработанная компьютерная программа, позволяющая проектировать рецептуры пищевых продуктов с заданным химическим составом, обогащенных физиологически функциональными нутриентами сырья на основе плодово-ягодного сырья

ЦЧР и гидролизата коллагена и представлены результаты анализа пищевой ценности новой линейки обогащенных и функциональных пищевых продуктов.

На рисунке 31 представлены научно-обоснованные сырьевые ингредиенты, используемые для производства обогащенных пищевых продуктов с заданными свойствами. На основании скрининга содержания функциональных ингредиентов ягод и плодов, а также оценки пищевой ценности свежих, сушеных и замороженных ягод была составлена информационная матрица данных, служащая основой для разработки компьютерной программы для ЭВМ (рис. 32).

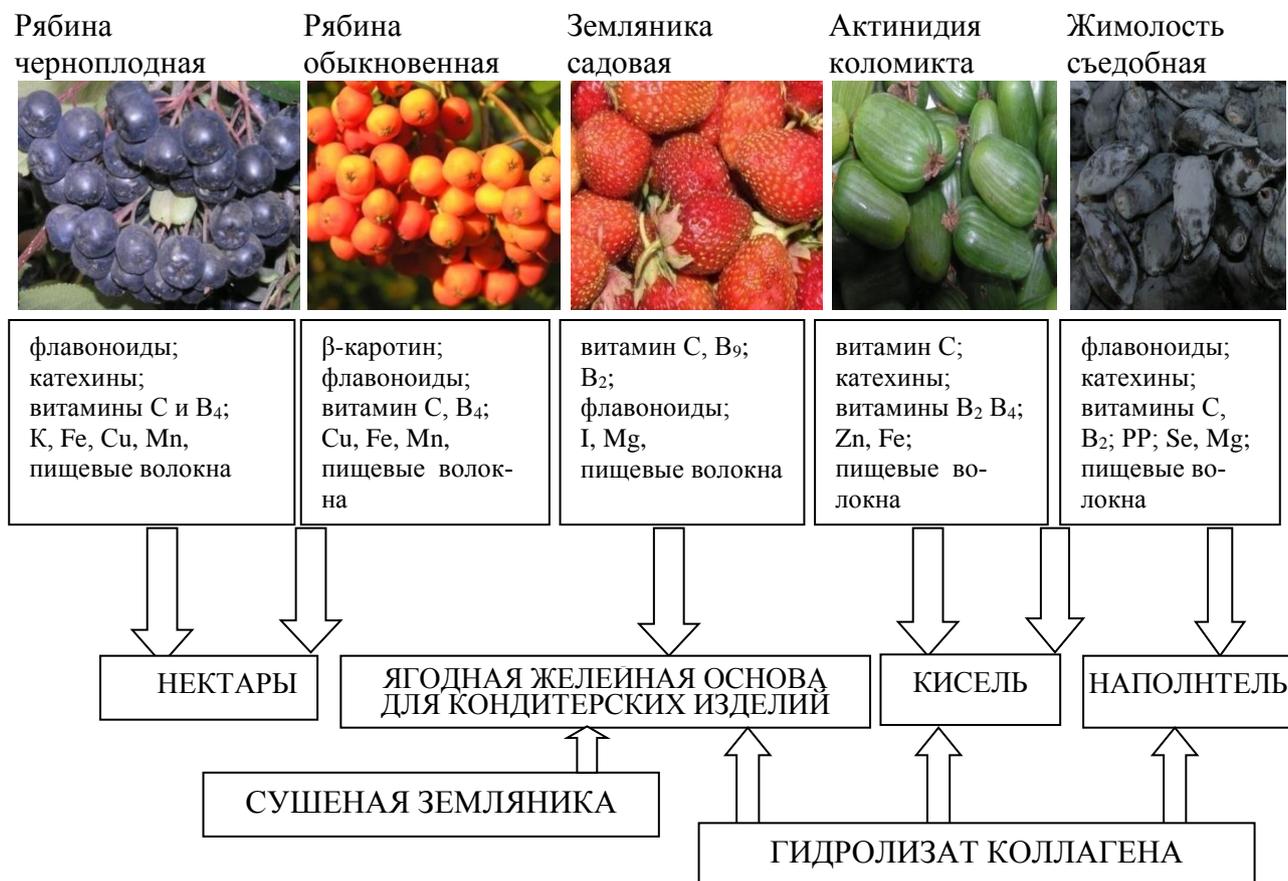


Рисунок 31 – Сырьевые функциональные ингредиенты, используемые для обогащения пищевых продуктов индивидуальными дефицитными нутриентами

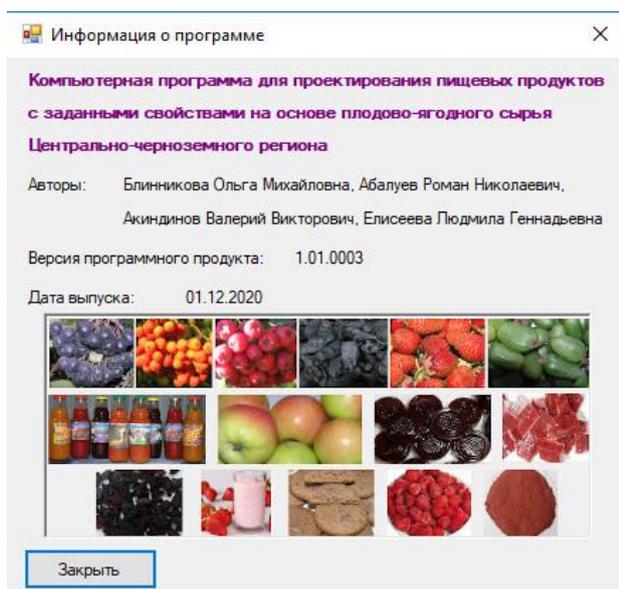


Рисунок 32 – Разработанная программа для ЭВМ

Функциональной возможностью программы является ввод исходных данных для проектирования рецептуры продуктов питания, отображение информации о пищевой ценности компонентов с указанием количества индивидуальных биологически активных веществ, нахождение экстремума функционала, определяющего пищевую ценность продукта питания методом линейного программирования, составление балансовых уравнений и ограничений для решения задачи линейного программирования, вывод результатов проектирования на экран и в текстовый файл.

Разработанная компьютерная программа позволяет проектировать пищевые продукты с заданными свойствами из све-

жего, замороженного и сушеного плодово-ягодного сырья Центрально-Черноземного региона, и получать продукты, обогащенные физиологически функциональными нутриентами ценного плодово-ягодного сырья и другими функциональными ингредиентами.

При проектировании рецептуры фруктового нектара из яблок и плодов рябины стремились получить продукт с максимальной пищевой ценностью и с содержанием витаминов и других нутриентов: β -каротин – не менее 0,75 мг/100 г; сумма Р-активных веществ – не менее 37,5 мг, катехины – не менее 15 мг, пектины – не менее 0,4 %, сухие вещества – не менее 15 %, органические кислоты – 0,5-0,8 %. При установлении указанных условий нутриентного состава проектируемого нектара руководствовались требованиями ГОСТ 32104-2013 «Консервы. Продукция соковая. Нектары фруктовые и фруктово-овощные. Общие технические условия». Необходимым условием было также содержание β -каротина и Р-активных веществ в количестве не менее 15 % от рекомендуемой суточной нормы. В таблице 5 представлена информационная матрица данных для моделирования рецептуры нектара.

Таблица 5 – Информационная матрица данных для проектирования рецептуры обогащенного фруктового нектара

Рецептурные ингредиенты (РИ)	Индекс, X_i	Возможный диапазон варьирования, %	Содержание сухих веществ, %
Сок яблочный	x_1	40...50	16,8
Пюре рябиновое	x_2	10...20	17,5
24%-ный сахарный сироп	x_3	10...40	24,0

Используя информационную матрицу данных, была сформирована система линейных балансовых уравнений по содержанию в рецептуре фруктовых нектаров β -каротина; суммы Р-активных веществ, в т.ч. катехинов; пектинов, органических кислот. В результате расчета программы получили доли рецептурных компонентов: $x_1=0,50$; $x_2=0,20$; $x_3=0,30$. При этом $F(x) = 20904,934 \rightarrow \max$. Расчетные данные легли в основу рецептуры яблочно-рябинового нектара, на основании которой также разработали рецептуру трехкомпонентного нектара, содержащую рябиновое и черноплодно-рябиновое пюре в равном количестве, а также рецептуру яблочного нектара с эквивалентным содержанием фруктового пюре, служащего контролем. Наименование продукции присваивалось в зависимости от используемого помологического сорта сырья. Разработанные напитки обладали хорошими вкусовыми свойствами (рис. 33). Вкус нектаров был гармоничным, аромат ярко выраженным, соответствующим плодам, из которых были получены нектары. Оптимальным комплексным показателем органолептических показателей – 97,6 баллов, обладал нектар, выработанный с использованием в качестве основного сырья яблок сорта Антоновка, обогащенный рябиновым пюре сорта Сорбинка.

Высокая питательная ценность нектаров обусловлена высоким содержанием пектиновых веществ, аскорбиновой кислоты, β -каротина и Р-активных веществ. Наибольшим содержанием аскорбиновой кислоты отличались нектары в различных комбинациях с яблоками сорта Антоновка обыкновенная, что связано с качеством исходного сырья. Добавление плодов рябины в рецептуру нектаров повышает их пищевую ценность. Наиболее высокое содержание витамина С установлено в яблочно-рябиновом нектаре Антоновка+Сорбинка – 9,96 мг/100 г. По содержанию β -каротина яблочно-рябиновые нектары также превосходят яблочные независимо от того какой сорт яблок использовался. Наибольшим содержанием β -каротина среди исследуемых нектаров выделились следующие образцы: Синап + Титан и Антоновка + Титан (1,65 и 1,64 мг/100 г соответственно). При употреблении яблочно-рябиновых нектаров в количестве 100 мл покрывается суточная потребность в β -каротине на 26,6 % – 33,0 %, а при употреблении яблочных – всего лишь на 1,0 %. По сумме Р-активных соединений из всех исследуемых нектаров выделяются два образца: Синап + Титан + Черноокая и Антоновка + Титан + Черноокая – 124,62 и 111,93 мг/100 г соответственно, что покрывает суточную потребность в них на 49,8-44,8%. Высоким содержанием суммы флавонолов, антоцианов и катехинов отличаются

яблочно-рябиновые нектары с плодами рябины сорта Титан и Сорбинка: 86,45-77,45 мг/100 г и 59,83-54,60 мг/100 г соответственно. Употребление 100 мл данных нектаров способно восполнить суточную потребность организма человека в Р-активных веществах на 31,0-21,8%. Определены потребительские свойства новых видов пастеризованных яблочно-рябиновых нектаров, установлена их высокая пищевая ценность в сравнении с традиционным продуктом – яблочными нектарами за счет увеличения содержания в них аскорбиновой кислоты в 1,5-2 раза, Р-активных веществ в 2-6 раз, β -каротина в 19-21 раз.

Для установления срока годности разработанных яблочно-рябиновых нектаров исследовали качество при хранении по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям в течение 420 суток с учетом коэффициент резерва, равном 1,15 для нескорпортующихся продуктов. Процесс пастеризации обеспечивает защиту нектаров в процессе хранения от развития микробиологических процессов. На основании выполненных исследований установлен срок годности обогащенных нектаров, составляющий 12 месяцев.

Проведено проектирование рецептуры и товароведная оценка фруктового наполнителя для йогуртов из ягод жимолости, обогащенного коллагеном, обеспечивающего практически полное усвоение пептидов коллагена организмом, с содержанием антоцианов, флавонолов, катехинов и коллагена – не менее 50 % от суточной потребности в них. Содержание растворимых сухих веществ, титруемых кислот, массовая доля фруктовой части и рН продукта удовлетворяли требованиям ГОСТ 54682-2011 «Полуфабрикаты. Наполнители фруктовые и овощные». В таблице 6 представлена информационная матрица данных для проектирования рецептуры.

Таблица 6 – Информационная матрица данных для проектирования рецептуры фруктового наполнителя из ягод жимолости

Рецептурные ингредиенты (РИ)	Индекс, X_i	Возможный диапазон варьирования РИ, %	Содержание сухих веществ РИ, %
жимолость	x_1	10...35	12,0
сахар	x_2	40...50	99,95
раствор гидролизата коллагена	x_3	не менее 18	46,0

В результате расчета с использованием программы получили доли рецептурных компонентов: $x_1=0,32$; $x_2=0,50$; $x_3=0,18$. При этом $F(x) = 64383,01 \rightarrow \max$. В соответствии с полученными результатами составили рецептуру спроектированного наполнителя.

Фруктовый наполнитель обладал отличными органолептическими свойствами, высокой пищевой ценностью продукта благодаря обогащению эссенциальными функциональными ингредиентами: антоцианами, флавонолами и катехинами; макроэлементами: кальцием, фосфором, магнием и калием; микроэлементами: марганцем, цинком, селеном и йодом; пищевыми волокнами, а также аминокислотами. Содержание антоцианов и флавонолов в наполнителе 672,1 мг/100 г, что составляет 268 % от рекомендуемой суточной нормы; катехинов – 89,6 мг/100 г или 89,6 % суточной потребности; белка – 8 %.

В процессе хранения наполнителя органолептические и физико-химические показатели были стабильными. Однако, происходило увеличение КМАФАнМ, а также количества дрожжей и плесеней. Через 210 суток хранения данные показатели находились в пределах допустимых значений, а через 240 суток хранения значение КМАФАнМ составило $6 \cdot 10^3$, что выше предельно допустимого уровня. Содержание дрожжей также превышало регламентированное значение. Бактерии группы кишечной палочки и патогенные микроорганизмы в наполнителе отсутствовали на протяжении всего периода хранения. На основании проведенных исследований был установлен гарантийный срок годности на разработанный наполнитель при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$, составивший 6 месяцев с момента окончания технологического цикла, обеспечивающий сохранение качества в течение указанного периода, и в течение 207 суток, т.е. с учетом коэффициента резерва, величина которого равна 1,15. Допустимые уровни содержания токсичных элементов, пестицидов и радиоактивных веществ в наполнителе соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011.

На основе принципа пищевой комбинаторики с учетом количественного подбора основного и вспомогательного сырья научно обоснована рецептура обогащенного йогурта с использованием фруктового наполнителя из жимолости, придающего ему функциональные свойства. Вариантами исследования были образцы йогурта с добавлением наполнителя в количестве 5 %; 10 %; 15 % и 20 % от массы продукта. В результате дегустационной оценки опытных образцов обогащенных йогуртов установлено, что лучшим оказался йогурт, содержащий 15% наполнителя, получивший по всем показателям высший балл. Полученные результаты явились основой для разработки рецептуры обогащенного йогурта (таблица 7).

Таблица 7 – Рецептура обогащенного йогурта с массовой долей жира 1,5 %

Наименование сырья и компонентов	Масса, кг
Молоко цельное, м.д. жира – 3,5 %; СОМО-8,4 %	418
Молоко обезжиренное, м.д. жира – 0,05 %; СОМО-8,5 %	407
Наполнитель фруктовый, обогащенный коллагеном, СВ – 63 %	150
Молоко сухое обезжиренное, м.д. жира – 1,0; СОМО-95,0 %	18
Стабилизатор, СВ – 92 %	7
ВСЕГО	1000
Закваска (культура DVS) (0,01-0,02)%	

Свежевыработанный йогурт закладывали на хранение при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Органолептическую оценку, физико-химические и микробиологические показатели качества обогащенного йогурта определяли в свежевыработанных образцах и в процессе хранения для установления сроков годности. Коэффициент резерва для скоропортящихся молочных продуктов при сроках годности до 30 суток в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847-04 составляет 1,3. Результаты дегустационной оценки качества обогащенного йогурта представлены на рисунке 33.

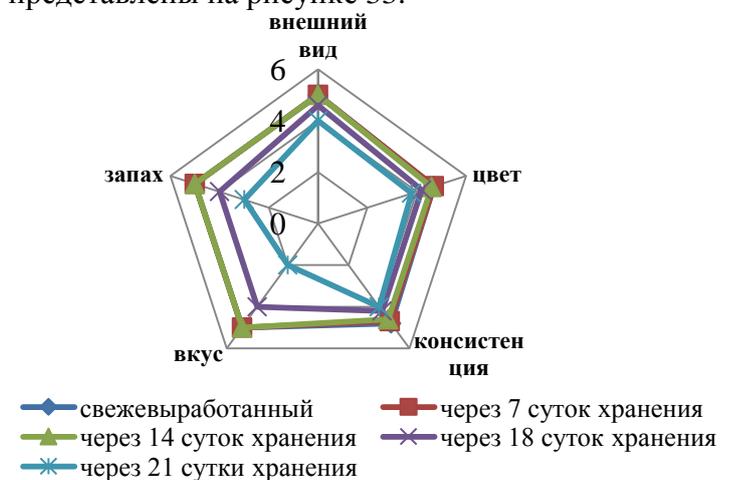


Рисунок 33 – Профилограмма дегустационной оценки обогащенного йогурта в процессе хранения

В разработанном напитке через 18 суток хранения отмечено снижение дегустационных оценок, йогурт был отнесен к хорошему уровню качества. Последующее хранение вызвало значительное снижение органолептических показателей. Через 21 сутки по наиболее значимому показателю «вкус» йогурт получил неудовлетворительную оценку, в связи с чем этот срок был признан недопустимым сроком хранения. По результатам исследований физико-химических показателей качества обогащенного йогурта, как свежевыработанного, так и по окончании хранения, можно сделать вывод, что он полностью соответствует требованиям ГОСТ 31981-2013. Микробиологические показатели качества йогурта свежевыработанного и в процессе 21 суток хранения соответствовали требованиям, предъявляемым ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 033/2013. При этом к концу хранения наблюдалось значительное увеличение молочнокислых микроорганизмов, коррелирующих с результатами дегустационной оценки. Таким образом, рекомендуемый срок годности обогащенного йогурта с момента окончания технологического цикла при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$ составляет не более 14 суток с учетом коэффициента резерва.

Разработанный обогащенный йогурт обладает высокой пищевой ценностью (рис. 34). По степени удовлетворения суточной потребности (1 стакана йогурта) содержание флавоноидов, обладающих высокой антиоксидантной активностью, обеспечивает 83,2 %

от суточной потребности, Р-активных веществ – 21 %, кальция – 19,2 % и фосфора – 19,8 %, коллагеном – на 50 %, что позволяет считать полученный йогурт обогащенным данными функциональными ингредиентами.

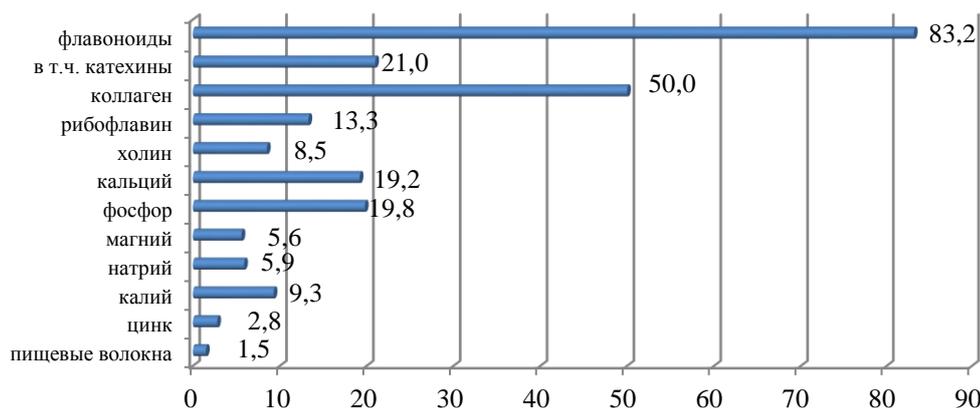


Рисунок 34 – Степень удовлетворения суточной потребности организма человека в функциональных ингредиентах, %

Содержание потенциально опасных веществ в обогащенном йогурте, к которым относятся токсичные элементы, микотоксины, пестициды и радионуклиды, значительно ниже допустимого уровня, регламентированного ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 033/2013.

Научно обоснована и спроектирована рецептура фруктовых желейных изделий, обогащенных физиологически функциональными ингредиентами ягод свежей и сушёной земляники садовой и гидролизатом коллагена. При проектировании рецептуры ориентировались на получение обогащенного продукта, с содержанием не менее 15 % функциональных ингредиентов и коллагена от уровня рекомендуемой суточной потребности. В таблице 8 представлена информационная матрица данных для проектирования рецептуры фруктовых желейных изделий.

Таблица 8 – Информационная матрица данных для проектирования рецептуры обогащенных фруктовых желейных изделий

Рецептурные ингредиенты (РИ)	Индекс, X_i	Возможный диапазон варьирования РИ, %	Содержание сухих веществ РИ, %
сахар	x_1	40...46	99,85
патока	x_2	20...24	78,0
пюре земляничное	x_3	20...25	11,7
агар-агар	x_4	1,5...3,0	80,0
лимонная кислота	x_5	0,5...0,6	91,2
земляничный порошок	x_6	2,0...5,5	91,4
раствор гидролизата коллагена	x_7	18	46,0

В результате расчета программы получили доли рецептурных ингредиентов: $x_1=0,45$; $x_2=0,24$; $x_3=0,25$; $x_4=0,016$; $x_5=0,005$; $x_6=0,05$; $x_7=0,18$. При этом $F(x) = 70540,82 \rightarrow \max$. В соответствии с полученными результатами составили рецептуру обогащенных фруктовых желейных изделий.

Результаты дегустационной оценки качества обогащенных фруктовых желейных изделий представлены на рисунке 35. Свежевыработанные изделия имели сухую, блестящую, не липкую поверхность; ровную правильную форму, без деформации, с четким контуром; насыщенный, естественный цвет, с вкраплениями семян земляники; приятный, гармоничный, ярко выраженный земляничный вкус; студнеобразную, плотную консистенцию, нежную при разжевывании; ярко выраженный земляничный аромат. Через 105 суток хранения органолептические показатели качества изделий – цвет, консистенция, вкус и запах снизились незначительно. Фруктовые желейные изделия имели приятный насыщенный цвет, более плотную консистенцию, хороший вкус и запах. Показатели внешний вид и форма остались на максимальном уровне. В целом, по результатам дегус-

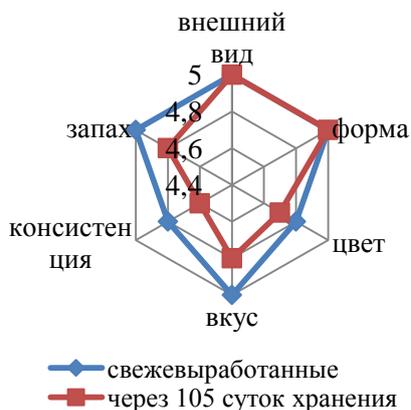


Рисунок 35 – Профилограмма дегустационной оценки обогащенных фруктовых желейных изделий

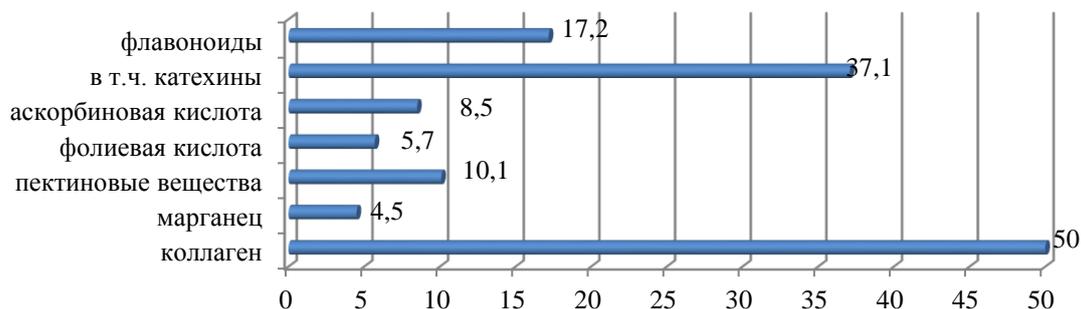


Рисунок 36 – Степень удовлетворения суточной потребности организма человека в функциональных ингредиентах, %

но: одна порция разработанных изделий обеспечивает удовлетворение суточной потребности организма человека в коллагене на 50 %, флавоноидами на 17,2 %, в т.ч. катехинами – на 37,1 %, аскорбиновой кислотой – на 8,5 %, фолиевой кислотой – на 5,7 %, марганцем – на 4,5 %. По показателям безопасности обогащенные желейные изделия соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011. Микробиологические показатели свежевыработанных изделий и через 105 суток хранения также соответствовали требованиям, предъявляемым ТР ТС 021/2011.

На основании проведенных исследований обоснован рекомендуемый срок годности разработанных фруктовых желейных изделий при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 75 %, составляющий 90 суток с момента окончания технологического цикла.

Используя разработанную программу для ЭВМ, методом линейного программирования спроектирована рецептура питьевого киселя диетического профилактического питания, обогащенного коллагеном. При установлении ограничений, руководствовались требованиями ГОСТ Р 56558-2015 «Консервы. Кисели питьевые фруктовые». Были установлены ограничительные критерии: содержание коллагена в одной порции продукта, т.е. в 200 мл напитка, должно быть 200 % от суточной потребности в нем, составляющей 5 г, в соответствии с требованиями к продукции диетического профилактического питания. Содержание БАВ – не менее 50 % от суточной потребности: аскорбиновой кислоты – не менее 45 мг, антоцианов и флавонолов – не менее 150 мг, катехинов – не менее 50 мг; сухих растворимых веществ – не менее 12 %, органических кислот – 0,4-1,0 %. Информационная матрица данных для проектирования рецептуры представлена в таблице 9.

В результате расчета программы получили доли рецептурных компонентов питьевого киселя: $x_1=0,117$; $x_2=0,15$; $x_3=0,065$; $x_4=0,108$; $x_5=0,032$; $x_6=0,003$; $x_7=0,525$. При этом $F(x) = 21947,958 \rightarrow \max$. В соответствии с полученными результатами составили рецептуру разработанного киселя.

Для органолептической оценки качества киселя разработана шкала балльной оцен-

тационной оценки, соответствовали отличному качеству. Через 120 суток хранения отмечено ухудшение консистенции изделий. Физико-химические показатели фруктовых желейных изделий были стабильными в течение всего периода хранения.

Разработанные изделия обладали высокой пищевой ценностью благодаря содержанию аскорбиновой кислоты, катехинов, антоцианов, фолиевой кислоты, пектина, макро- и микроэлементов (рис. 36).

В соответствии с рекомендуемой суточной нормой, составляющей для сахаристых кондитерских изделий 30 г, установлен-

Таблица 9 – Информационная матрица данных для проектирования рецептуры питьевого киселя из ягод актинидии и жимолости

Рецептурные ингредиенты	Индекс, X_i	Возможный диапазон варьирования, %	Содержание сухих веществ, %
пюре актинидии	x_1	10...15	14,2
пюре жимолости	x_2	10...15	12,0
сахар	x_3	6,0...6,5	99,85
раствор гидролизата коллагена	x_4	10,8	46,0
крахмал	x_5	3,0...3,2	85,0
камедь ксантановая	x_6	0,3	91,0
вода	x_7	49,8...60,9	0

ки, проведен дегустационный анализ киселя свежесыработанного и в процессе хранения. Результаты дегустационной оценки переведены на рисунке 37.

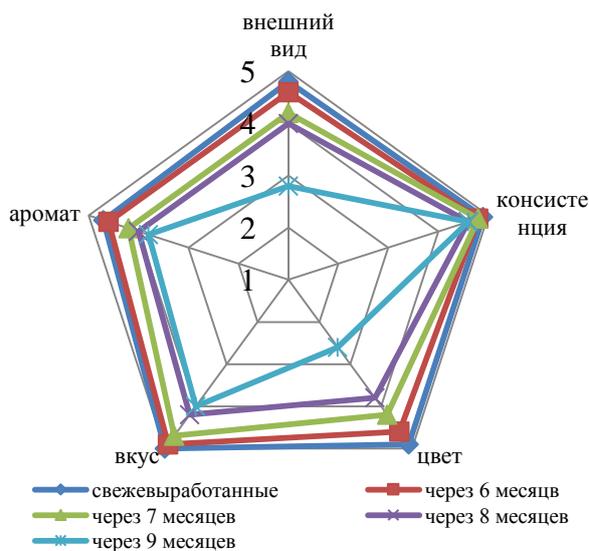


Рисунок 37 – Профилограмма дегустационной оценки киселя

хранения показатели снижаются, наблюдаются первые изменения цвета, появляются недостаточно привлекательные оттенки цвета. Через 9 месяцев хранения продукт получает неудовлетворительную оценку по цвету и внешнему виду киселя.

Физико-химические и микробиологические показатели киселя свежесыработанного и через 9 месяцев хранения соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011. Однако, результаты органолептической оценки показали, что продукт обладает стабильным качеством в течение 8 месяцев после выработки. Вычисляя из него период, соответствующий коэффициенту резерва (1,5), получаем, что рекомендуемый срок годности разработанного питьевого киселя при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 75 % составляет 160 суток с момента окончания технологического цикла.

Использование в качестве фруктовой основы пюре из ягод актинидии и жимолости, характеризующихся высоким содержанием биологически активных веществ, позволило получить продукт высокой пищевой ценности, являющегося источником аскорбиновой кислоты, антоцианов, флавонолов, катехинов, пектина, клетчатки, минеральных веществ. На рисунке 38 представлены данные по проценту удовлетворения суточной потребности организма человека в отдельных нутриентах в одной порции продукта, т.е. 200 мл киселя.

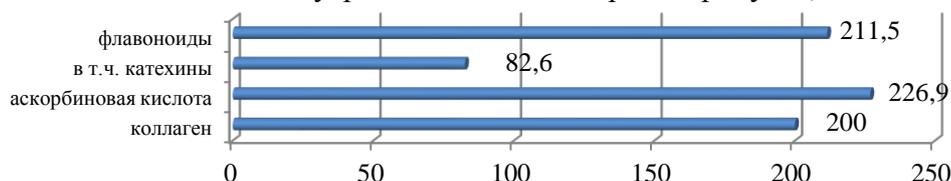


Рисунок 38 – Удовлетворение суточной потребности организма человека в аскорбиновой кислоте, флавоноидах и коллагене, %

Употребление одного стакана киселя покрывает суточную потребность организма в аскорбиновой кислоте – на 211,5 %, Р-активных веществах – на 226,9 %, в т.ч. катехинах – на 82,6 %, коллагене – на 200 %, пищевыми волокнами – на 4,5 %. По показателям безопасности кисель соответствовал требованиям ТР ТС 021/2011.

В соответствии с рекомендациями комитета по биоэтике выполнены доклинические исследования по изучению функциональной эффективности обогащенных пищевых продуктов коллагеном и функциональными ингредиентами плодово-ягодного сырья при испытаниях на лабораторных животных. В рацион питания лабораторных животных по утвержденной методике вводили обогащенный функциональный продукт. В качестве типового продукта использовали обогащенный питьевой кисель. Исследования проводили на 18 животных – линейных крысах Wistar, которые были распределены в 3 равные группы: 1-ая группа – базовый виварийный контроль (питание стандартным комбикормом); 2-ая группа, получавшая исследуемый кисель, содержащего 200 %-ную дозу коллагена + стандартный комбикорм; 3-я группа, получавшая исследуемый кисель, содержащего 400 %-ную дозу коллагена + стандартный комбикорм. Продолжительность кормления составила 14 суток. Объектами исследования являлись суставной хрящ, покрывающий головку бедренной кости (гиалиновый хрящ); хрящ, входящий в состав ушной раковины (эластический хрящ); кожа; печень и сердце.

Выявлены четкие характерные изменения содержания компонентов внеклеточного матрикса гиалинового хряща. При 14-суточном воздействии киселя имеются гистохимические признаки изменения химического состава внеклеточного матрикса гиалинового (рис. 39), волокнистого (рис. 40) и эластического хрящей (рис. 41).

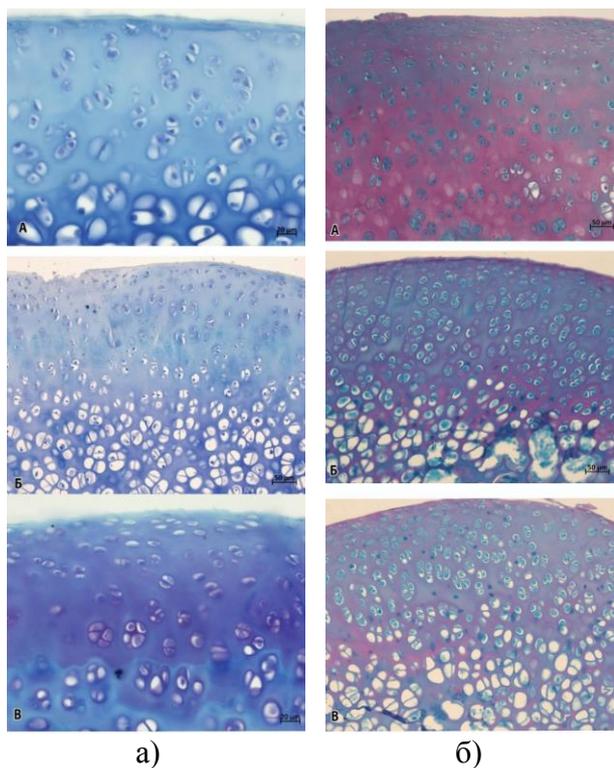


Рисунок 39 – Гиалиновый хрящ головки бедренной кости крысы. Фиксация – нейтральный 10% формалин: а), окрашивание толуидиновым синим; б) комбинированное окрашивание ШИК и альциановым синим.

А – группа виварийного контроля, Б – группа 200, В – группа 400.

Полученные данные позволяют говорить об изменениях метаболизма гиалинового хряща после введения в рацион животных гидролизата коллагена. В частности, отсутствие

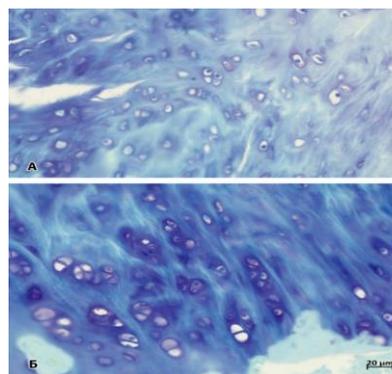


Рисунок 40 – Волокнистый хрящ в области головки бедренной кости крысы. А – группа виварийного контроля, Б – группа 400.

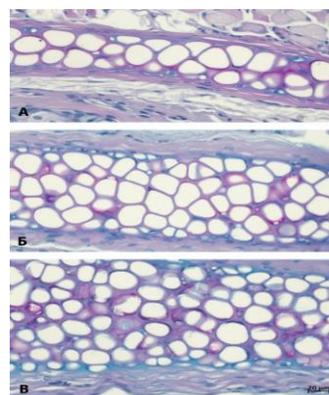


Рисунок 41 – Эластический хрящ ушной раковины крысы. А – группа виварийного контроля, Б – группа 200, В – группа 400.

существенных сдвигов в содержании ШИК-позитивного компонента позволяют судить о увеличении стабильности содержания в экстрацеллюлярном матриксе хряща гликопротеинов и нефибриллярных белков, в том числе олигомерного белка хрящевого матрикса (тромбоспондина-5), матрилинов (1, 2, 3, 4), белка, родственного А-домену фактора фон Виллебранта, хондрокальцина, белка, богатого пролином и аргинином, белка срединного слоя хряща, хондроадгерина, проларгина, фибронектина, тенасцина С и др. Увеличение содержания в экстрацеллюлярном матриксе альциановофилии свидетельствует о возрастании содержания протеогликанов, в том числе агрекана, версикана, лубрицина, бигликана, декорина и др. В качестве подтверждения данного предположения следует отнести выявленное усиление экспрессии агрекана в межклеточном матриксе, определяемое при иммуногистохимическом окрашивании. Кроме того, усиление степени метакромазии межклеточного вещества после окрашивания толуидиновым синим, также свидетельствует о возрастании уровня сульфатных групп, входящих в состав гликозаминогликанов. Тенденция к повышению содержания коллагена II типа в межклеточном матриксе свидетельствует о возрастании биосинтетической активности хондроцитов.

На основе проведённых гистохимических исследований можно сделать вывод о том, что употребление в пищу обогащенного киселя, содержащего гидролизат коллагена, оказывает положительное воздействие на весь организм опытных животных, отмечаются положительные изменения в структуре опорно-двигательного аппарата. Полученные результаты позволяют рекомендовать употребление киселя для профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата, в спортивном питании, в комплексном лечении артроза, иных дегенеративных заболеваний суставов, различных травматологических заболеваний, в питании послеоперационных больных. Высокое содержание витамина С в киселе (227% от рекомендуемой суточной нормы) и антиоксидантов может активизировать процесс синтеза коллагена непосредственно в организме, основного компонента костей, связок, сухожилий и других видов соединительной ткани.

Высокое содержание витамина С, биофлавоноидов, пищевых волокон, аминокислот и других важных БАВ в составе питьевого киселя, могут быть рекомендованы для повышения общего иммунитета организма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнены комплексные исследования по проектированию и обеспечению сохранности поликомпонентных пищевых продуктов с заданными свойствами, обоснована целесообразность и необходимость использования плодово-ягодного сырья ЦЧР, являющегося источником натуральных биологически активных соединений, и гидролизата коллагена, как функционального ингредиента в производстве обогащенных и специализированных пищевых продуктов. Новизна предлагаемых технических решений подтверждена патентами РФ.

1. Проведен анализ регионального плодово-ягодного сырья Центрально-черноземного региона, позволивший выявить доминантные пищевые компоненты для создания сбалансированных пищевых продуктов.

2. На основе комплексной оценки биохимического состава плодов и ягод, выращенных в условиях ЦЧР России, выделены ценные ботанические сорта исследуемых культур отечественной и зарубежной селекции, обладающие высокой пищевой ценностью, с дифференцированным превалированием индивидуальных биологически активных соединений: ягоды жимолости съедобной сорта Зимородок, земляники садовой сорта Корона, актинидии коломикта сорта Сорока, плоды рябины обыкновенной сорта Сорбинка, рябины черноплодной сорта Черноокая, являющихся уникальными природными источниками пребиотиков, антиоксидантов, протекторов и эссенциальных функциональных ингредиентов.

3. Экспериментально обоснована возможность в процессе выращивания обогащения ягод исследуемых культур эссенциальными минеральными веществами: йодом, селеном, цинком, магнием и марганцем, а также одновременно всем комплексом. Достигнуто увеличение содержания магния в ягодах жимолости, земляники и актинидии соответ-

ственно – на 633,3 %, 312,6 % и 173,9 %; микроэлементов в ягодах жимолости – на 540,3% для селена, на 572,9 % для йода, на 233,3 % для цинка, на 156,5 % для марганца; в ягодах земляники – на 391,8 % для селена, на 372,2 % для йода, на 160,0 % для цинка, на 210,5 % для марганца; в ягодах актинидии – на 292,3 % для селена, на 654,4 % для йода, на 389,3 % для цинка, на 162,2 % для марганца.

4. Определена эффективность применения биопрепаратов – Хитозана, Фитоспорина, Алирина и Глиокладина при органическом производстве ягод, которые позволяют исключить из технологического процесса применение химических пестицидов, снизить антропогенную нагрузку на ягоды и окружающую среду. Обработка ягод в процессе вегетации улучшает потребительские свойства, увеличивает массу ягод, улучшает товарное качество, повышает устойчивость ягод к поражению фитопатогенами, в т.ч. грибом *Botrytis cinerea*, способствует увеличению сроков хранения ягод в свежем виде, обеспечивает их безопасность. Внедрена технология обработки растений земляники биологическими средствами защиты в ООО «Снежеток» Первомайского района Тамбовской области.

5. Показана эффективность создания защитного «пищевого» покрытия на основе хитозана на поверхности земляники и актинидии, способствующего увеличению продолжительности хранения ягод в охлажденном состоянии до 14-15 дней за счет снижения интенсивности дыхания, предупреждения развития микробиологических заболеваний и уменьшения естественной убыли массы ягод.

6. Изучено влияние состава газовой среды на активность метаболических процессов, протекающих в разных видах и ботанических сортах ягод земляники садовой, жимолости и актинидии, установлена видовая и сортовая специфичность состава атмосферы при хранении в модифицированной газовой среде, установлены виды, ботанические сорта, рекомендованные для хранения в модифицированной атмосфере и оптимальный срок хранения; оптимизация условий хранения сокращает потери от поражения микробиологическими заболеваниями в 4-4,6 раза, естественная убыль уменьшалась в 1,5-2 раза. Установлено, влияние интенсивности дыхания на сохраняемость плодов, ягоды земляники с высоким уровнем интенсивности дыхания не рекомендуется хранить с использованием МА. При хранении актинидии в МА необходимо учитывать, что начало экспоненциального увеличения концентрации этилена в атмосфере хранения является индикатором начала процессов старения и мацерации тканей ягод и этот критерий рекомендуется использовать для определения сроков завершения хранения ягод. При хранении ягод жимолости в МА, срок хранения увеличивается незначительно – на 2-4 дня, поэтому применение МА для ягод жимолости – не эффективно.

7. Установлена эффективность применения регулируемой атмосферы и низкой температуры для сохранения качества свежих ягод земляники, актинидии и жимолости при хранении. Экспериментально установлен оптимальный состав регулируемой атмосферы (CO_2 – 6 % и O_2 – 2 %), применение которого позволяет сохранить 90,6 % стандартных ягод земляники в течение 28 дней, 92,2 % и 90,1 % ягод актинидии и жимолости соответственно в течение 35 дней.

8. Доказана видовая и сортовая криорезистентность ягод при замораживании. На основании определения органолептических показателей влагоудерживающей способности, потребительских характеристик размороженных ягод установлены сорта ягод, рекомендованные для заморозки ягод жимолости, земляники и актинидии, позволяющих максимально сохранить пищевую ценность сырья и круглогодично использовать его при производстве различных продуктов питания. Определена динамика органолептических, физико-химических и микробиологических показателей ягод в замороженном состоянии, установлена максимальная продолжительность хранения замороженных ягод без существенного изменения их потребительских свойств, составляющая 12 месяцев.

9. Установлено, что применение технологии двухступенчатой конвективной вакуум-импульсной сушки с низкой температурой сушки, равномерным прогревом материала во всем объеме и импульсным вакуумированием позволяет в 1,5-2 раза повысить содер-

жание биологически активных веществ в сушеных ягодах по сравнению с традиционной конвективной сушкой.

10. На основе принципа пищевой комбинаторики с использованием методов линейного программирования разработаны и научно обоснованы рецептуры пищевых продуктов с заданными химическим составом для массового потребления, пользующиеся высоким уровнем потребительского спроса у жителей Тамбовской области – нектаров, фруктового наполнителя, йогурта, фруктово-желейных конфетных масс, питьевого киселя. Проведено изучение полного комплекса органолептических, физико-химических и микробиологических показателей качества, подтверждена их высокая пищевая ценность, высокий уровень удовлетворения суточной потребности в эссенциальных микро- и макронутриентах и обоснованы сроки годности каждого вида продукта. Научно обосновано использование наряду с рекомендованными функциональными ингредиентами плодово-ягодного сырья, гидролизата коллагена для производства функциональных продуктов для профилактики заболевания опорно-двигательного аппарата и спортивного питания.

11. На основе проведённых доклинических исследований при введении в рацион питания экспериментальных животных обогащенного питьевого киселя с гидролизатом коллагена выявлены положительные изменения содержания компонентов внеклеточного матрикса гиалинового хряща, наблюдаются положительные признаки усиления секреции гепарина из тучных клеток кожи и миокарда. Полученные результаты позволяют рекомендовать употребление функционального продукта – питьевого киселя для профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата, в спортивном питании, в комплексном лечении артроза, различных травматологических заболеваний, в питании послеоперационных больных.

12. Разработаны и утверждены комплекты технической документации на производство обогащенных пищевых продуктов: фруктовый наполнитель, йогурт обогащенный, питьевой кисель, яблочно-рябиновые нектары, включающие стандарты предприятия, технические инструкции и рецептуры.

Разработанные технологические решения прошли апробацию и внедрены на производственных предприятиях Тамбовской области.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

Публикации в рецензируемых научных изданиях:

1 Блинникова, О. М. Комплексная товароведная оценка плодов жимолости съедобной, выращенной в Центральном регионе РФ / Л. Г. Елисеева, О. М. Блинникова // Товаровед продовольственных товаров. – 2011. – № 3. – С. 11-17. – 0,86 печ. л. – (авт. – 0,43 печ. л.)

2 Блинникова, О. М. Сравнительная характеристика потребительских свойств селекционных сортов актинидии вида коломикта / Л. Г. Елисеева, О. М. Блинникова // Товаровед продовольственных товаров. – 2011. – № 7. – С. 20-26. – 0,86 печ. л. – (авт. – 0,43 печ. л.)

3 Блинникова, О. М. Комплексная оценка потребительских характеристик ягод земляники садовой, выращенной в условиях ЦЧР / Л. Г. Елисеева, О. М. Блинникова, Е. Л. Пехташева // Товаровед продовольственных товаров. – 2011. – № 11. – С. 31-36. – 0,74 печ. л. (авт. – 0,25 печ. л.)

4 Блинникова, О. М. Комплексная оценка потребительских свойств селекционных сортов рябины обыкновенной / Л. Г. Елисеева, О. М. Блинникова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – № 3 (14). – С. 69-75. – 0,61 печ. л. (авт. – 0,31 печ. л.)

5 Блинникова, О. М. Оценка потребительских свойств плодов хеномелеса маулея / Л. Г. Елисеева, О. М. Блинникова, Е. Л. Пехташева // Товаровед продовольственных товаров. – 2012. – № 6. – С. 4-7. – 0,49 печ. л. (авт. – 0,16 печ. л.)

6 Блинникова, О. М. Товароведная оценка плодов рябины обыкновенной как источника ценных микронутриентов при производстве продуктов функционального назначения / О. М. Блинникова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1. – С. 89-93. – 0,58 печ. л.

- 7 Блинникова, О. М. Сравнительная характеристика пищевой ценности, функциональной активности и сохраняемости ягод земляники садовой голландских, американских и бельгийских сортов, выращенных в условиях ЦЧР / Л. Г. Елисеева, О. М. Блинникова, И. М. Новикова // Товаровед продовольственных товаров. – 2013. – № 3. – С. 5-11. – 0,86 печ. л. (авт. – 0,29 печ. л.)
- 8 Блинникова, О. М. Комплексная оценка качества нектаров с добавленной пищевой ценностью из нетрадиционного дикорастущего сырья / Л. Г. Елисеева, О. М. Блинникова, И. М. Новикова // Товаровед продовольственных товаров. – 2013. – № 3. – С. 28-33. – 0,74 печ. л. (авт. – 0,25 печ. л.)
- 9 Блинникова, О. М. Плоды аронии черноплодной – источник витаминно-минеральных комплексов / Л. Г. Елисеева, О. М. Блинникова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 4. – С. 28-29. – 0,25 печ. л. (авт. – 0,13 печ. л.)
- 10 Блинникова, О. М. Витаминная ценность плодов аронии черноплодной / О. М. Блинникова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2. – С. 55-59. – 0,58 печ. л.
- 11 Блинникова, О. М. Дифференцирование перспективных сортов плодово-ягодных культур по содержанию биологически активных соединений / Л. Г. Елисеева, О. М. Блинникова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 6. – С. 50-52. – 0,38 печ. л. (авт. – 0,19 печ. л.)
- 12 Блинникова, О. М. Ягоды жимолости съедобной - богатый источник биологически активных веществ / Л. Г. Елисеева, О. М. Блинникова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 7. – С. 18-21. – 0,47 печ. л. (авт. – 0,24 печ. л.)
- 13 Блинникова, О. М. Пищевая ценность плодов аронии черноплодной, выращенной в ЦЧР России / Л. Г. Елисеева, О. М. Блинникова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2013. – № 5-6 (335-336). – С. 111-112. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_20863206_20528695.pdf (дата обращения: 11.01.2021). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. – 0,19 печ. л. (авторских – 0,10 печ. л.)
- 14 Блинникова, О. М. Флавоноиды и другие биологически активные соединения ягод жимолости и аронии черноплодной / О. М. Блинникова, Л. Г. Елисеева, Т. В. Жидехина, Д. М. Брыксин, Н. В. Хромов // Товаровед продовольственных товаров. – 2014. – № 4. – С. 27-33. – 0,86 печ. л. (авторских – 0,16 печ. л.)
- 15 Блинникова, О. М. Ягоды актинидии коломикта – уникальный источник биологически активных веществ / О. М. Блинникова, Л. Г. Елисеева, Е. Ю. Ковешникова // Пищевая промышленность. – 2014. – № 6. – С. 19-21. – 0,38 печ. л. (авторских – 0,13 печ. л.)
- 16 Блинникова, О. М. Методология обогащения плодов и ягод йодом для обеспечения рационального питания населения / О. М. Блинникова, Л. Г. Елисеева // Пищевая промышленность. – 2015. – № 9. – С. 42-44. – 0,38 печ. л. (авторских – 0,19 печ. л.)
- 17 Блинникова, О. М. Способ обогащения ягод земляники садовой йодом / О. М. Блинникова, Л. Г. Елисеева, И. М. Новикова // Товаровед продовольственных товаров. – 2015. – № 9. – С. 28-34. – 0,81 печ. л. (авторских – 0,27 печ. л.)
- 18 Блинникова, О. М. Оценка потребительских свойств ягод земляники садовой при замораживании и низкотемпературном хранении / О. М. Блинникова, Л. Г. Елисеева, И. М. Новикова // Товаровед продовольственных товаров. – 2015. – № 10. – С. 59-63. – 0,61 печ. л. (авторских – 0,20 печ. л.)
- 19 Блинникова, О. М. Использование регулируемой атмосферы для сохранения качества ягод земляники / О. М. Блинникова, И. М. Новикова, Л. Г. Елисеева, А. С. Ильинский // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. – № 5 (46). – С. 75-81. – 0,61 печ. л. (авторских – 0,15 печ. л.)
- 20 Блинникова, О. М. Эффективность применения хитозана при органическом производстве земляники в целях повышения качества ягод / О. М. Блинникова, Л. Г. Елисеева, А. С. Ильинский, И. М. Новикова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2019. – № 2 (55). – С. 10-15. – 0,52 печ. л. (авторских – 0,13 печ. л.)
- 21 Новикова, И. М. Формирование потребительских свойств ягод земляники садовой органического производства как безопасного сырья для производства продуктов здорового питания / И. М. Новикова, О. М. Блинникова, Г. С. Усова, Л. Г. Елисеева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2019. – № 4. – С. 60-66. – 0,61 печ. л. (авторских – 0,15 печ. л.)
- 22 Блинникова, О. М. Анализ спроса и потребительских предпочтений при выборе

фруктово-желейных конфет / О. М. Блинникова, И. М. Новикова, Л. Г. Елисеева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. – № 5 (64). – С. 96-101. – 0,52 печ. л. (авторских – 0,17 печ. л.)

23 Блинникова, О. М. Интегральная оценка ягод и плодов ЦЧР по пищевой ценности / О. М. Блинникова, Б. И. Смагин, В. Ф. Палфитов, Л. Г. Елисеева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2020. – № 3. – С. 126-134. – 1,46 печ. л. (авторских – 0,37 печ. л.)

24 Блинникова, О. М. Маркетинговые исследования рынка фруктов / О. М. Блинникова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4. – С. 220-226. – 0,81 печ. л.

Монографии:

25 Блинникова, О. М. Управление качеством пищевых функциональных ингредиентов: монография / Л. Г. Елисеева, А. В. Рыжакова, И. А. Махотина, О. М. Блинникова, Ю. Д. Белкин, О. В. Юрина. – М.: Издательство «Палеотип», 2013. – 13,25 печ. л. – (авторских 2,2 печ. л.)

26 Блинникова О. М. Повышение пищевой ценности плодово-ягодных нектаров за счет использования нетрадиционного высококачественного растительного сырья ЦЧР: монография / О. М. Блинникова. – Мичуринск: Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, 2016. – 7,9 печ. л.

Публикации, индексируемые в Scopus:

27 Blinnikova, O. M. Enrichment of fruits and berries with selenium and prospects for their using in the preventive nutrition / O. M. Blinnikova, L. G. Eliseeva // Voprosy Pitaniia. – 2016. – V. 85. – Issue 1. – P. 85-91. – 0,88 печ. л. (авторских – 0,4 печ. л.)

28 Blinnikova, O. M. Modeling a formulation and assessment of the consumer properties of the special purpose starch drink / O. M. Blinnikova, V. A. Babushkin, L. G. Eliseeva, G. S. Usova // Sarhad Journal of Agriculture. – 2020. – V. 36. – Issue 3. – P. 939-948. – 0,94 печ. л. (авторских – 0,24 печ. л.)

29 Blinnikova, O. M. Production technology and mathematical method for modeling the formulation of fruit and jelly candies enriched with collagen / O. M. Blinnikova, V. A. Babushkin, V. V. Akindinov, O. V. Perfilova, I. M. Novikova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – V. 919. – Issue 5. – 0,30 печ. л. (авторских – 0,06 печ. л.)

30 Blinnikova, O. M. Physical methods in innovative technological solutions of beet refuse processing / O. V. Perfilova, V. A. Babushkin, O. M. Blinnikova, K. V. Bryksina // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – V. 1679. – Issue 4. – 0,36 печ. л. (авторских – 0,09 печ. л.)

Публикации, индексируемые в AGRIS:

31 Блинникова, О. М. Покрытие на основе хитозана для сохранения качества ягод земляники / О. М. Блинникова, И. М. Новикова, Л. Г. Елисеева, А. С. Ильинский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2017. – № 7. – С. 11-15. – 0,58 печ. л. (авторских – 0,15 печ. л.)

32 Блинникова, О. М. Сохранение качества ягод земляники при хранении в модифицированной атмосфере / О. М. Блинникова, И. М. Новикова, Л. Г. Елисеева, А. С. Ильинский // Пищевая промышленность. – 2017. – № 10. – С. 46-49. – 0,5 печ. л. (авторских – 0,13 печ. л.)

33 Блинникова, О. М. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов с заданными свойствами на основе ягодного сырья Центрально-Черноземного региона / О. М. Блинникова, Л. Г. Елисеева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2017. – № 5 (19). – С. 81-88. – 1,3 печ. л. (авторских – 0,65 печ. л.)

Патенты на изобретения:

34 Патент 2493726 Российская Федерация, МПК A23L 1/212, A23L 1/19, A23L 1/39, A23L 3/00. Способ производства ягодно-овощных соусов с калиной : № 2012111353/13 : заявлено 23.03.2012 : опубл. 27.09.2013 Бюл. № 27 / Винницкая В. Ф., Попова Е. И., Блинникова О. М. ; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО МичГАУ. – 4 с. : ил. – Текст : непосредственный.

35 Патент 2507185 Российская Федерация, МПК C05D 9/00. Способ обогащения селеном плодов и ягод : № 2012129644/13 : заявлено 12.07.2012 : опубл. 20.02.2014 Бюл. № 5 / Блинникова О. М., Елисеева Л. Г. ; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО МичГАУ. – 5 с. : ил. – Текст : непосредственный.

36 Патент 2519231 Российская Федерация, МПК A01G 7/00, A01N 59/12, A01G 17/00. Способ обогащения йодом плодов и ягод № 2012129643/13 : заявлено 12.07.2012 : опубл. 10.06.2014 Бюл. № 16 / Блинникова О. М., Елисеева Л. Г. ; заявитель ФГБОУ ВПО МичГАУ. – 5 с. : ил. – Текст : непосредственный.

37 Патент 2534302 Российская Федерация, МПК A01G 7/00, A23L, A01G 17/00. Способ обогащения цинком плодов и ягод № 2013105941/13 : заявлено 12.02.2013 : опубл. 27.11.2014 Бюл. № 33 / Блинникова О. М., Елисеева Л. Г., Новикова И. М. ; заявитель ФГБОУ ВПО МичГАУ. – 6 с. : ил. – Текст : непосредственный.

38 Патент 2533913 Российская Федерация, МПК C05D 5/00 C05D 9/02 A23L 1/304. Способ комплексного обогащения селеном, йодом, цинком, магнием и марганцем плодов и ягод № 2013119081/13 : заявлено 24.04.2013 : опубл. 27.11.2014 Бюл. № 33 / Блинникова О. М., Елисеева Л. Г. ; заявитель ФГБОУ ВПО МичГАУ. – 8 с. : ил. – Текст : непосредственный.

39 Патент 2533914 Российская Федерация, МПК C05D 9/00, A23L 1/304 Способ обогащения марганцем плодов и ягод № 2013119357/13 : заявлено 25.04.2013 : опубл. 27.11.2014 Бюл. № 33 / Блинникова О. М., Елисеева Л. Г., Новикова И. М. ; заявитель ФГБОУ ВПО МичГАУ. – 6 с. : ил. – Текст : непосредственный.

40 Патент 2537906 Российская Федерация, МПК A01G 7/00, A01N 59/06, A01G 17/00. Способ обогащения магнием плодов и ягод № 2013111032/13 : заявлено 12.03.2013 : опубл. 10.01.2015 Бюл. № 1 / Блинникова О. М., Елисеева Л. Г. ; заявитель ФГБОУ ВПО МичГАУ. – 6 с. : ил. – Текст : непосредственный.

41 Патент 2654325 Российская Федерация, МПК A23L 19/00, A23L 21/12, A23L 29/281. Способ производства обогащенных коллагеном фруктовых наполнителей № 2017119836/13 : заявлено 06.06.2017 : опубл. 17.05.2018 Бюл. № 14 / Блинникова О. М., Елисеева Л. Г. ; заявитель ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ. – 6 с. : ил. – Текст : непосредственный.

42 Патент 2662988 Российская Федерация, МПК A01N 63/02, C12N 1/20. Способ органического производства и увеличения продолжительности хранения ягод земляники садовой № 2016111906 : заявлено 29.03.2016 : опубл. 31.07.2018 Бюл. №22 / Блинникова О. М., Ильинский А. С., Елисеева Л. Г., Новикова И. М. ; заявитель ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ. – 9 с. : ил. – Текст : непосредственный.

43 Патент 2668338 Российская Федерация: МПК A23L 33/28, A23L 2/00, A23L 2/38, A23L 2/52, A23L 29/212, A23L 29/281. Способ производства обогащенных коллагеном питьевых киселей для функционального питания № 2017122545 : заявка 26.06.2017 : опубл. 28.09.2018 Бюл. №28 / Блинникова О. М., Елисеева Л. Г. ; заявитель Блинникова О.М. – 8 с. : ил. – Текст : непосредственный.

Свидетельство Роспатент о государственной регистрации программы для ЭВМ

44. СГР №2021615815 Блинникова О. М., Абалуев Р. Н., Акиндинов В. В., Елисеева Л. Г. Компьютерная программа для проектирования пищевых продуктов с заданными свойствами на основе плодово-ягодного сырья Центрально-черноземного региона. Дата регистрации 13.04.2021.